O que podemos observar com um binóculo

Lua. É o astro mais favorável à observação com um binóculo. Os binóculos com aumento mais forte mostram um conjunto de topografia lunar que irá permitir os primeiros passeios pelos panoramas lunares. Para isso será aconselhável ter uma carta da Lua, que vai possibilitar reconhecer as vastas planícies cinza, os grandes círculos ou crateras, os raios luminosos que partem da cratera de Tycho. Convém lembrar que as cartas lunares apresentam o norte para baixo e o sul para o alto, pois elas supõem as imagens invertidas das lunetas astronômicas.

ECLIPSES DA LUA. Um binóculo irá permitir acompanhar as principais fases do fenômeno, como, por exemplo, o momento em que a penumbra é observável — quando o limite da sombra se faz sentir. É muito interessante observar as diferentes tonalidades e colorações que ocorrem durante o evento.

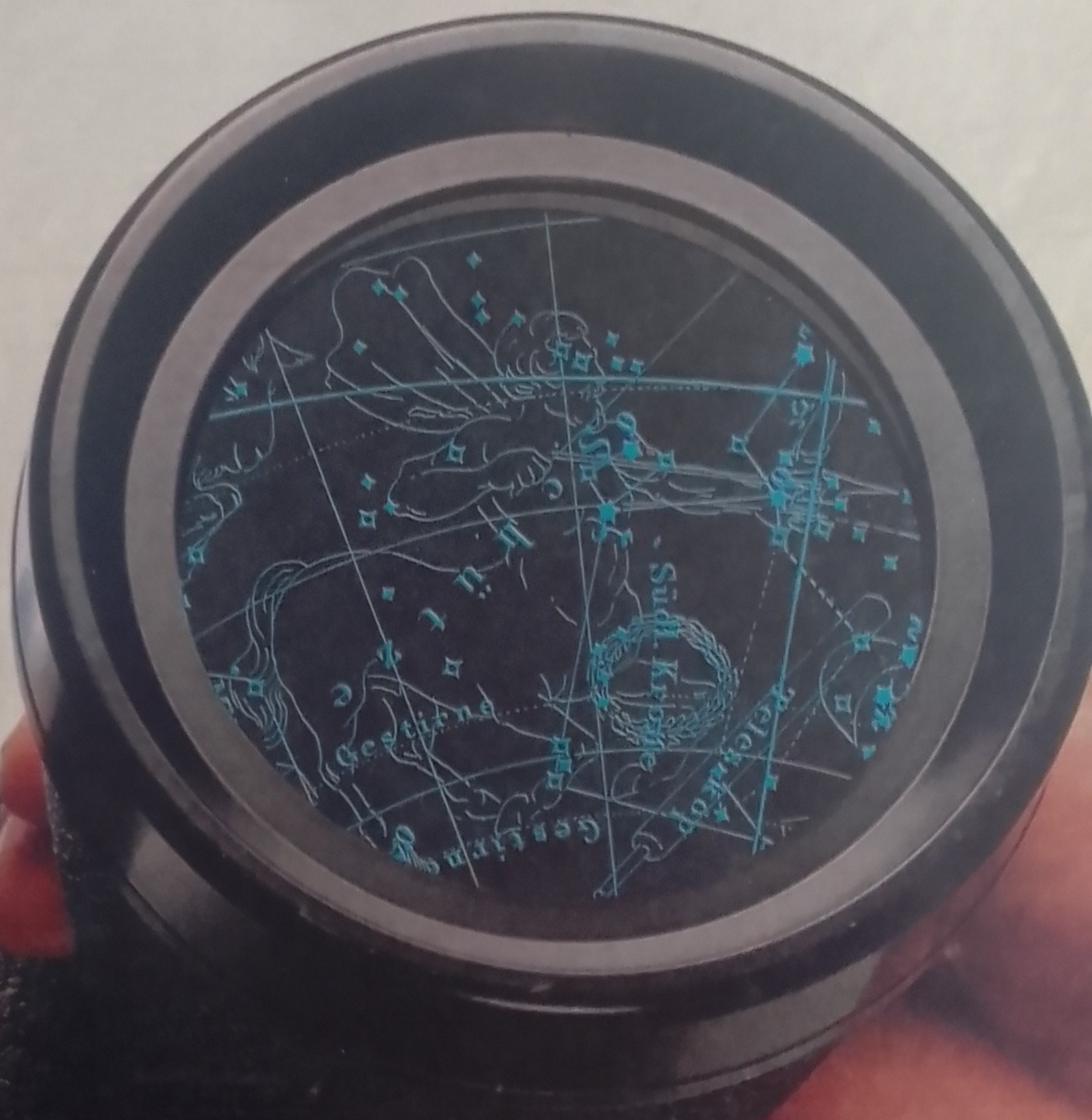
JÚPITER. Os binóculos de boa qualidade ótica permitirão observar os aspectos do disco jupiteriano e os seus quatro principais satélites, que aparecerão como peque-

ANGELO J. PEROSA

nos pontos luminosos. Será curioso acompanhar, de uma noite para a outra, as variações de posição desses satélites.

ESTRELAS. Os binóculos permitem separar as estrelas duplas mais afastadas, como as de Mizar e Alcor na constelação de Ursa Maior; Ômega e Mu do Escorpião; Delta e Épsilon da Lira; Pi de Pégaso, Tau do Touro, Alfa do Capricórnio; Alfa da Balança, Teta de Órion, Gama de Ursa Menor, Alfa do Centauro etc. Os binóculos são úteis também para o estudo das estrelas variáveis, cujo brilho pode ser comparado com o das estrelas vizinhas.

AGLOMERADO E NEBULOSAS. Em virtude de seu campo muito luminoso e grande, os binóculos auxiliam enormemente os principiantes, que poderão reconhecer os aglomerados extensos, como as Plêiades e as Híades. Com auxílio de um atlas celeste será fácil localizar e identificar os aglomerados de Híades, Câncer, Perseu, Hércules. Do mesmo modo será fácil identificar a grande nebulosa de Órion e a galáxia de Andrômeda.

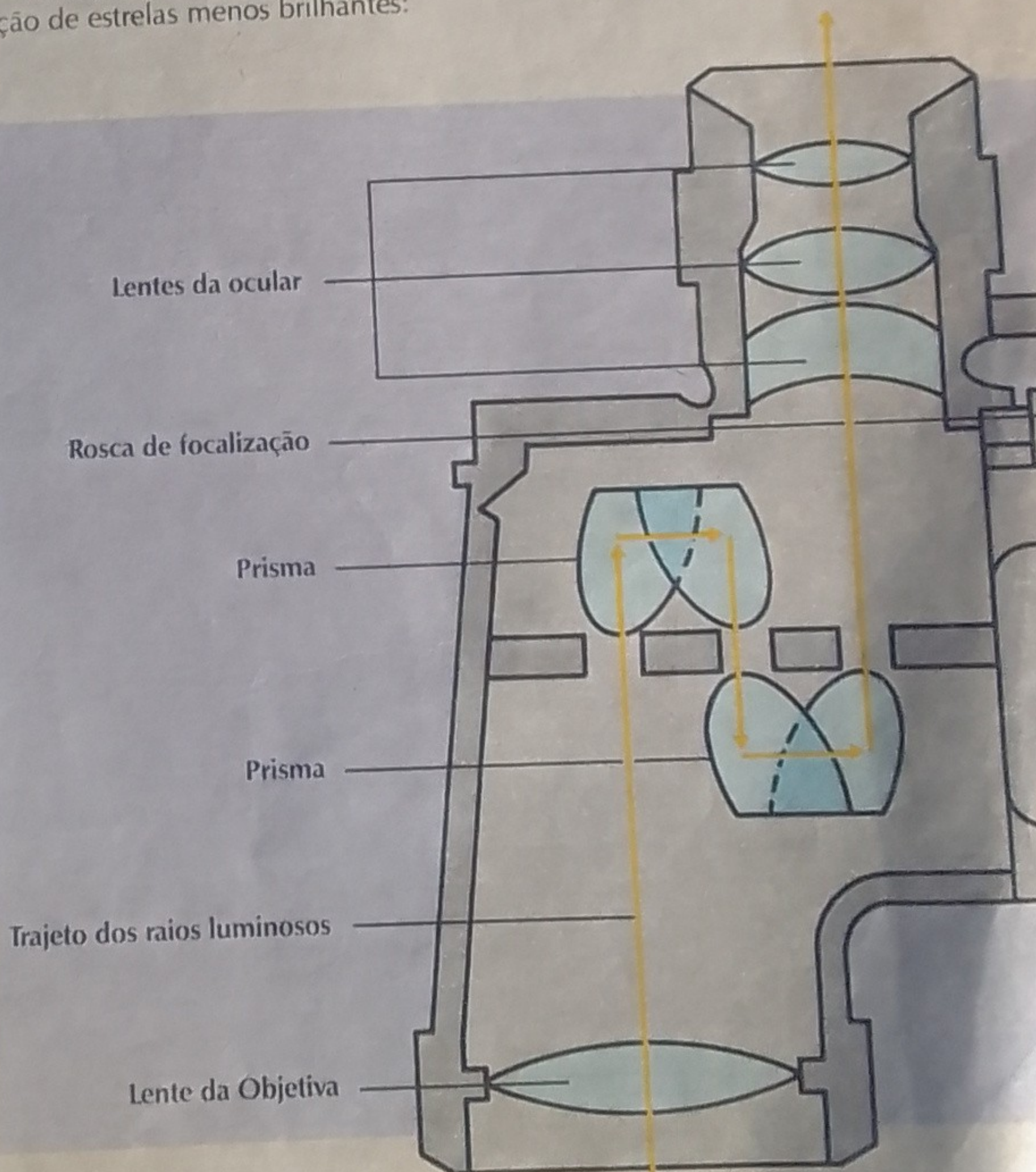
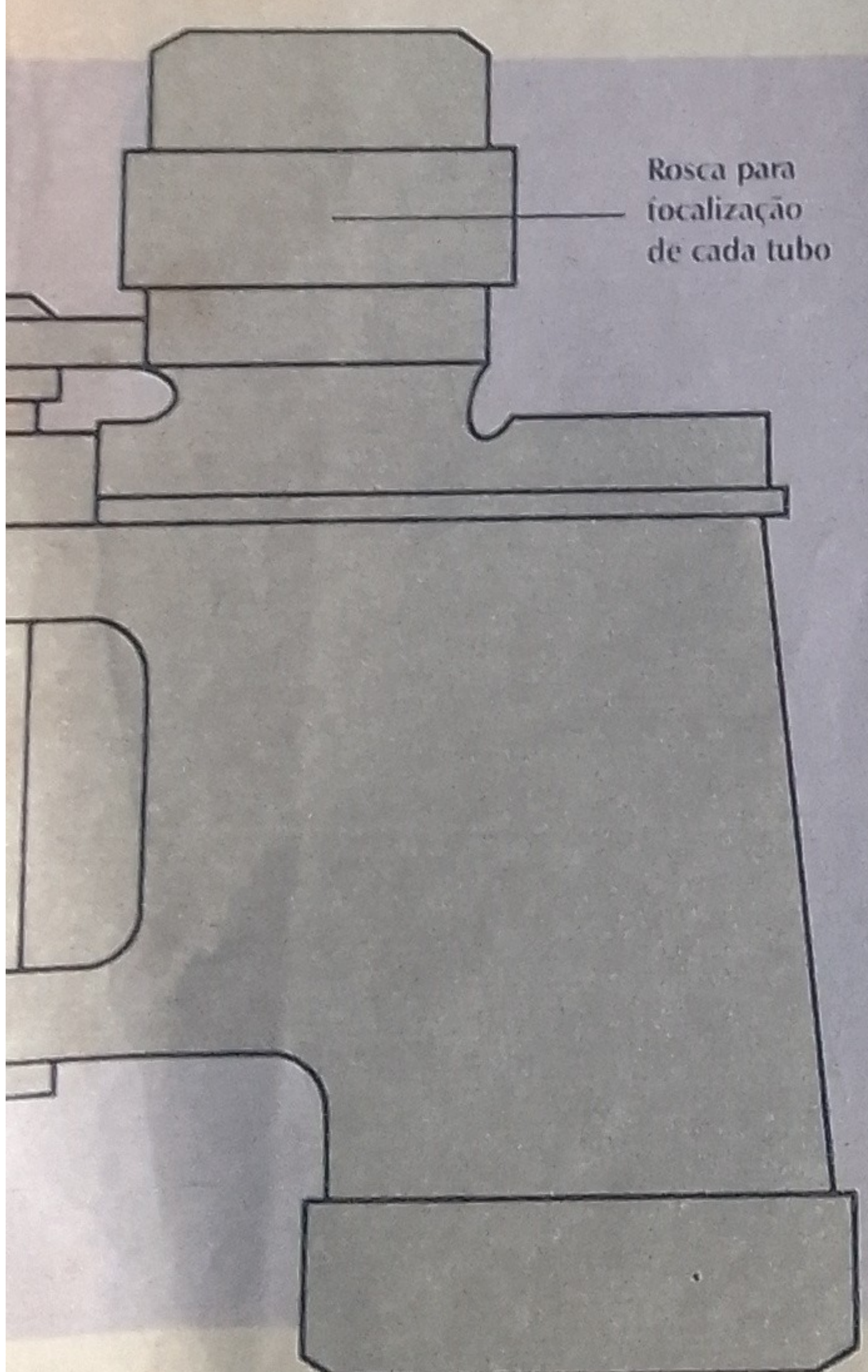
VIA LÁCTEA. Uma exploração da Via Láctea será uma das mais inesquecíveis viagens espaciais que um binóculo irá possibilitar. Milhões e milhões de estrelas, muito próximas ou muito afastadas entre si, irão permitir contemplar um dos mais belos panoramas do céu.

Instrumentos astronômicos ao alcance de todos

Para quem deseja fazer uma observação mais acurada do céu existem muitos recursos. Um binóculo, que nem precisa ser dos mais potentes. Ou uma luneta. Existem telescópios para amadores, a preços acessíveis, que vão lhe oferecer momentos inesquecíveis. Siga estas instruções e comece a se familiarizar com eles.

Os binóculos e o seu uso para observar o céu

Muitas descobertas astronômicas foram feitas com binóculos. O astrônomo amador inglês George Alcook (1911-), mestre-escola aposentado, descobriu quatro cometas e várias supernovas com o seu binóculo. Recentemente, em plena era espacial, conseguiu competir com o IRAS — Infrared Astronomical Satellite (Satélite Astronômico Infravermelho) ao descobrir o cometa IRAS-Araki-Alcock (1983d).

Na realidade, o binóculo é um instrumento excelente para acompanhar determinados fenômenos como os eclipses da Lua, a luz cinzenta do satélite, os cometas, os aglomerados estelares, as nebulosas, as estrelas variáveis etc. Não convém jamais usá-lo para a observação direta do Sol, devido ao risco de provocar a queimadura da retina e, em conseqüência, a perda da visão. Em todos os binóculos existe, em geral, o registro, junto à ocular, de dois números separados por um sinal de multiplicação como, por exemplo, 6 x 40. O primeiro indica o aumento (no caso 6 vezes) e o segundo o diâmetro da objetiva do binóculo em milímetros, no caso 40 milímetros.

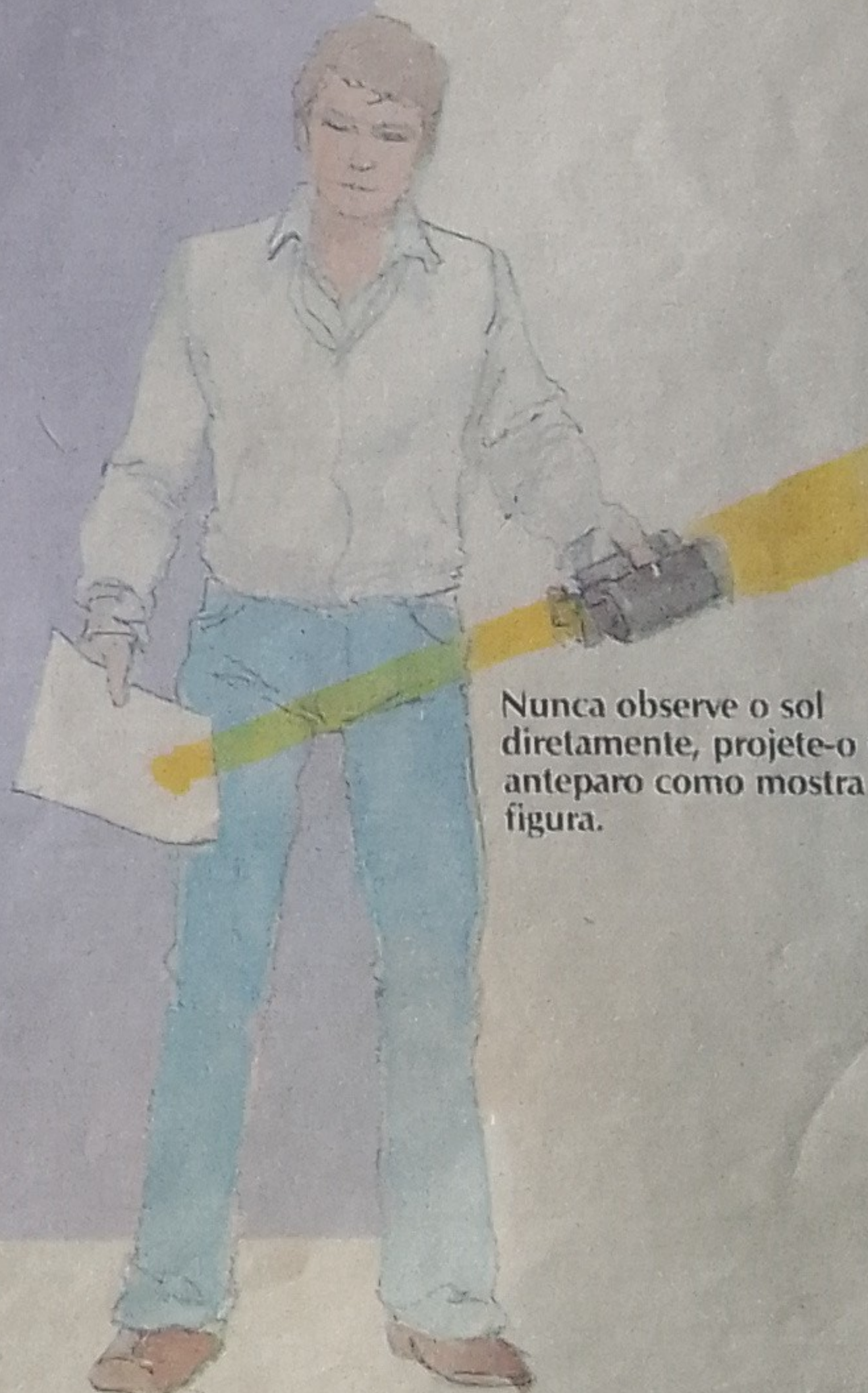
À medida que o diâmetro da objetiva aumenta, os binóculos permitem a observação de estrelas menos brilhantes:

DIÂMETRO	AUMENTO	LIMITE DE BRILHO DA ESTRELA
20 mm	6 x	até a magnitude 7
30 mm	8 x	até a magnitude 7,5
40 mm	10 x	até a magnitude 8
50 mm	12 x	até a magnitude 8.5

Mas atenção: para a observação astronômica, os binóculos que empregam um aumento muito grande são desaconselháveis. Quando usamos um binóculo na observação do céu, o nosso objetivo não é ampliar o objeto celeste — o que desejamos é "ver melhor", ou seja, usar o máximo de luminosidade (o que vai depender do seu diâmetro) para perceber os objetos menos luminosos. Por isso, os modelos mais aconselháveis à observação astronômica são: 6 x 40; 7 x 50; 10 x 80; e 14 x 100.

Antes de começar a utilização de um binóculo, convém seguir as seguintes etapas e regulagem:

1 - Fechar o olho direito, ou melhor, tampar a objetiva direita com a mão, e colocar a imagem em foco para o olho esquerdo, utilizando o comando central.

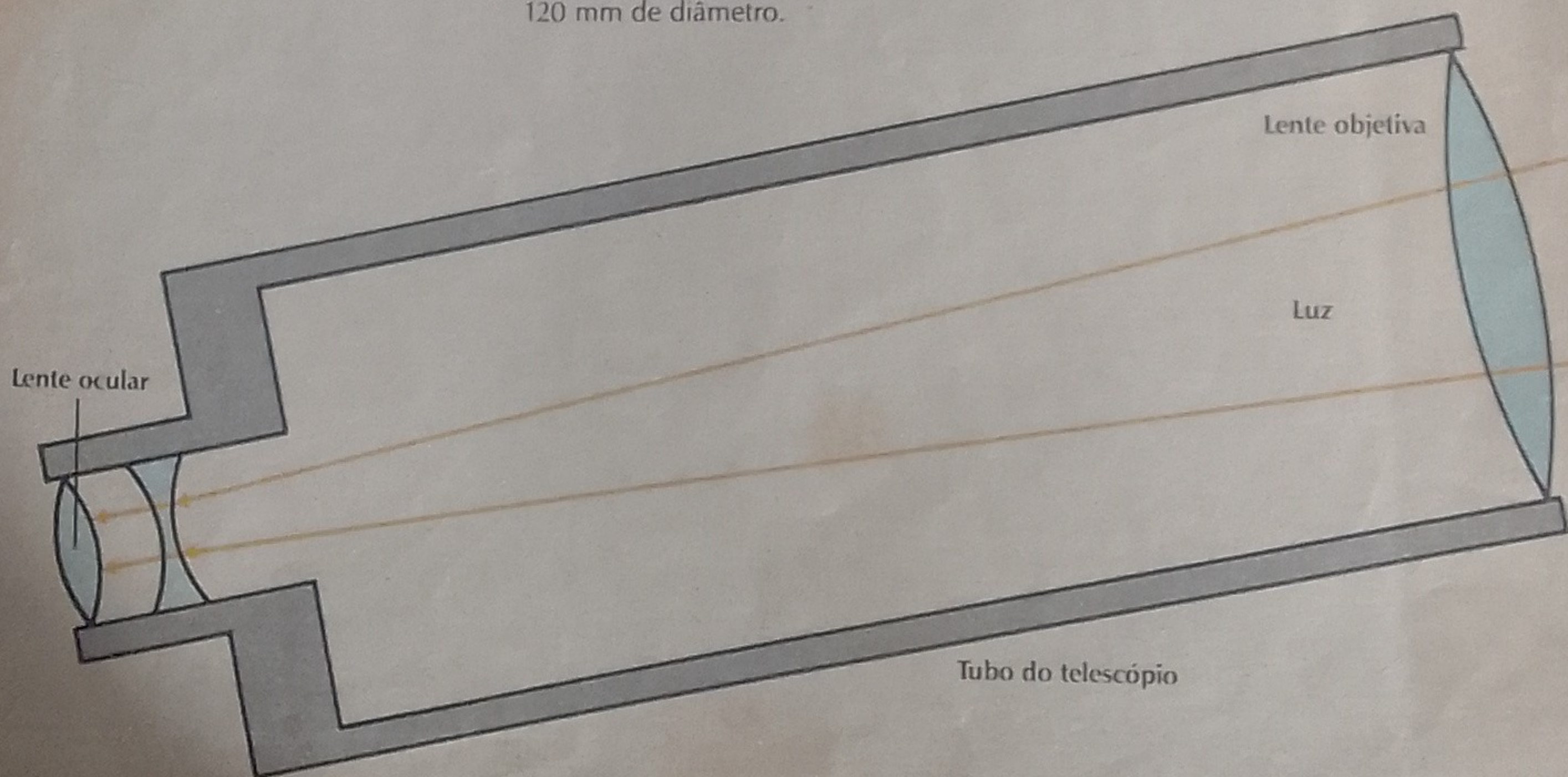
2 - Fechar o olho esquerdo, ou seja, obstruir a objetiva esquerda com a mão e colocar a imagem em foco para o olho direito, deslocando a ocular direita.

3 - Afastar as oculares de modo que as duas imagens venham a coincidir.

Nunca observe o sol diretamente, projete-o anteparo como mostra figura.

Telescópios e lunetas

Existem dois tipos principais de instrumentos destinados à observação astronômica: as lunetas e os telescópios. O leigo costuma chamar telescópio qualquer instrumento ótico de observação usado em Astronomia. Para o astrônomo, porém, esse termo se refere a um instrumento particular, chamado telescópio refletor ou simplesmente refletor. Como diz o nome, ele reflete a luz proveniente dos corpos celestes, e para isto se emprega, montado em um tubo aberto na sua extremidade superior, um espelho côncavo de superfície parabolóide, coberta com uma fina camada de alumínio ou prata, e um espelho tratado pelo mesmo processo, colocado perto da extremidade superior do tubo, inclinado 45 graus em relação ao eixo ótico do instrumento, pouco antes de os raios de luz convergirem no foco. Assim, consegue-se desviar para o lado o feixe de raios, fazendo-o chegar dentro da ocular pela qual se observa a imagem. Esse espelho pode ser substituído por um prisma retangular. O outro tipo de instrumento, chamado telescópio refrator, é também designado como refrator. Este possui, na sua extremidade superior, um conjuntop de duas ou mais lentes, a objetiva, que faz convergir no foco o feixe de luz proveniente do corpo celeste. Após a convergência, esse feixe diverge novamente, sendo observado a uma distância adequada por meio da ocular. Ambos prestam-se ao trabalho astronômico pelo amador.

A parte mais importante nos dois tipos de instrumento é a objetiva, no refrator, e o refletor. São também chamados simplesmente objetiva. Do seu diâmetro depende a luminosidade; quanto maior o diâmetro da objetiva, tanto maior a sua capacidade de captação de luz. Conhecer a distância focal da objetiva é muito importante, pois dela dependem os aumentos que podemos dar aos objetos celestes mais próximos (Lua, planetas, Sol, CUIDADO!, Via Láctea, aglomerados, etc.) da Terra. As distâncias mais em uso nos instrumentos para amadores variam entre 600 e 12 000 mm, com diâmetro da objetiva entre 30 a 100 mm para lunetas e até 150 mm para telescópios.

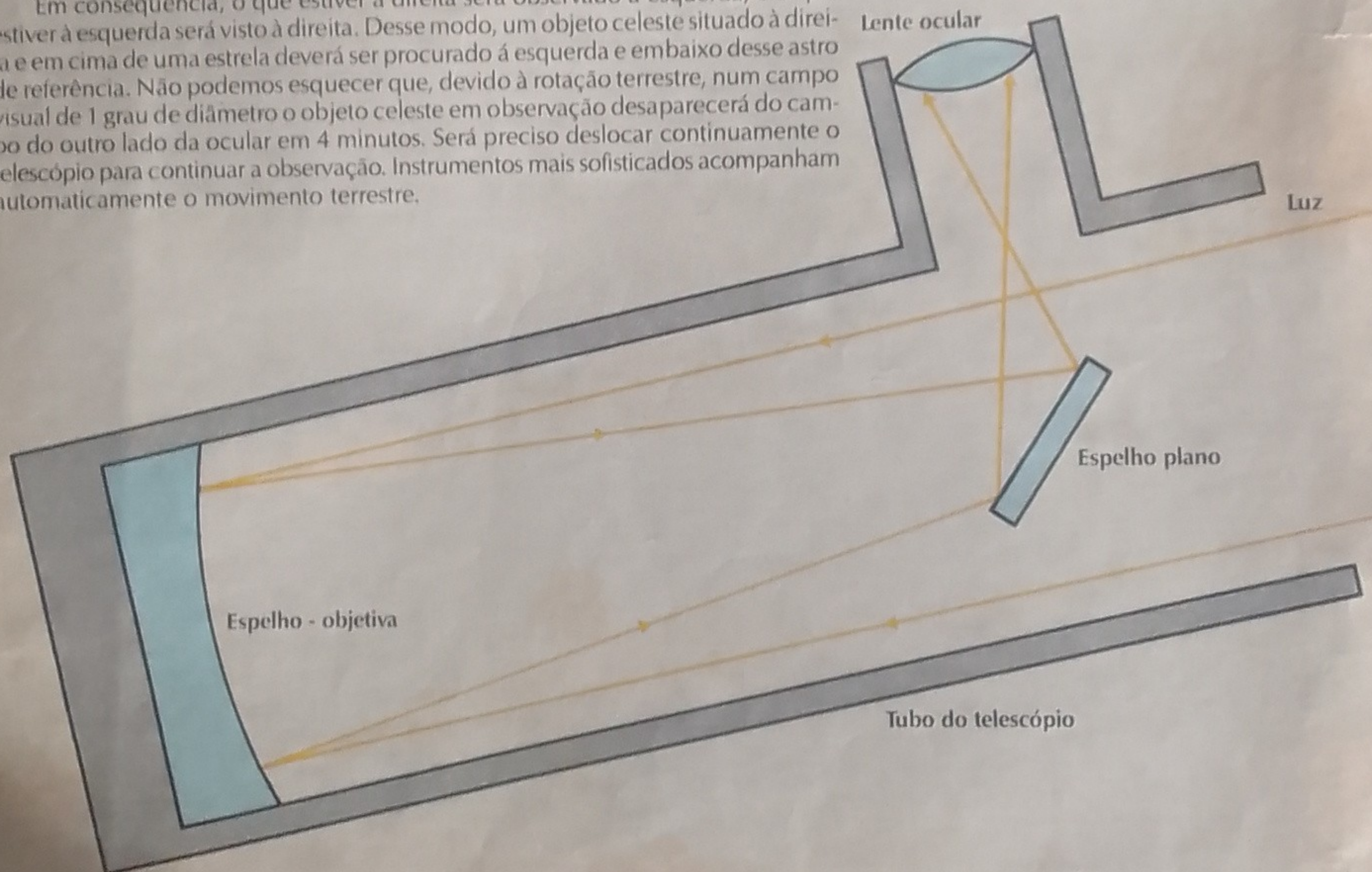
Ao se iniciar na Astronomia, é aconselhável começar com um instrumento de 50 a 60 mm de diâmetro. Ele fará com que você se habitue às práticas observacionais, podendo testar o seu grau de interesse pela Astronomia. Uma vez convencido do seu desejo de se dedicar às observações e, em particular, à astrofotografia, será aconselhável construir ou adquirir um telescópio de 200 mm. Para um curioso das coisas celestes e que tenha preferência pelos objetos de fraco brilho, como cometas, nebulosas e galáxias, será uma boa opção a aquisição de um telescópio de 120 mm de diâmetro.

Como localizar um astro no céu com instrumentos astronômicos

A localização de um astro pode ser efetuada por dois processos. Sua escolha vai depender essencialmente do aperfeiçoamento do sistema de montagem do telescópio. No caso de possuirmos um instrumento com círculos de calagem, o melhor será usá-lo. Em caso contrário, o observador terá de usar o seu conhecimento do céu, especialmente das constelações, o que permitirá, por alinhamento entre as estrelas mais brilhantes, localizar um outro astro cujas coordenadas foram plotadas numa carta celeste. Como você vai começar pela observação dos astros mais destacados e brilhantes, vamos por ora nos limitar a descrever esse sistema.

Sistema de alinhamento

Uma vez localizado o astro que se deseja observar numa carta celeste, por alinhamento, devemos procurá-lo na região onde se encontra. É muito difícil apontar o telescópio logo na direção exata. O melhor será primeiramente apontar o instrumento com o auxílio de uma luneta de grande campo, em geral designada procuradora. Depois, mirando pela procuradora, procurar colocar o astro no meio do retículo, ou seja, no centro do campo. Se o eixo ótico da procuradora estiver bem alinhado (paralela) com o telescópio, o objeto deverá aparecer no centro da ocular. No início convém utilizar uma ocular de pequeno aumento (de distância focal maior), que irá fornecer um campo visual mais extenso e maior luminosidade.

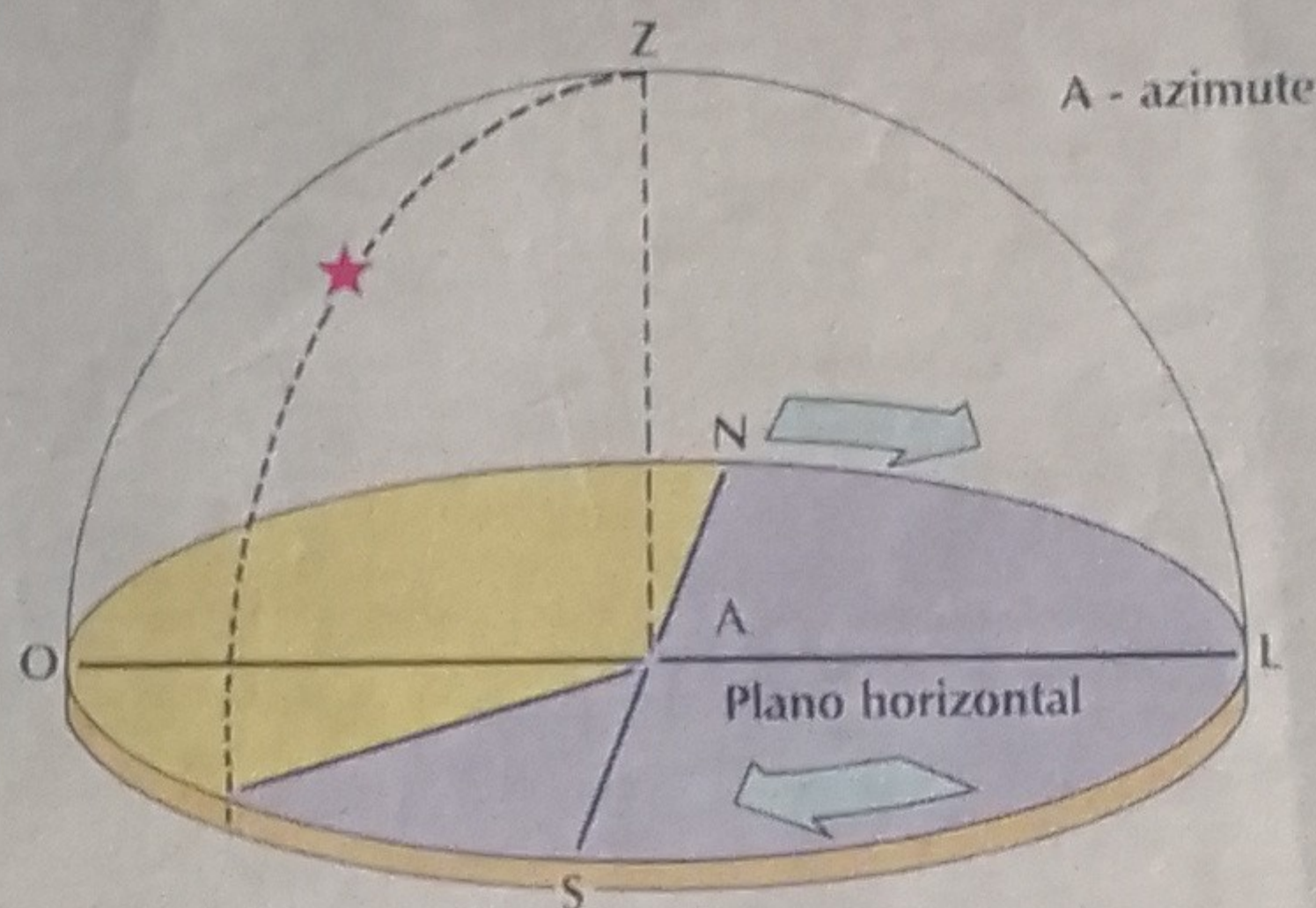
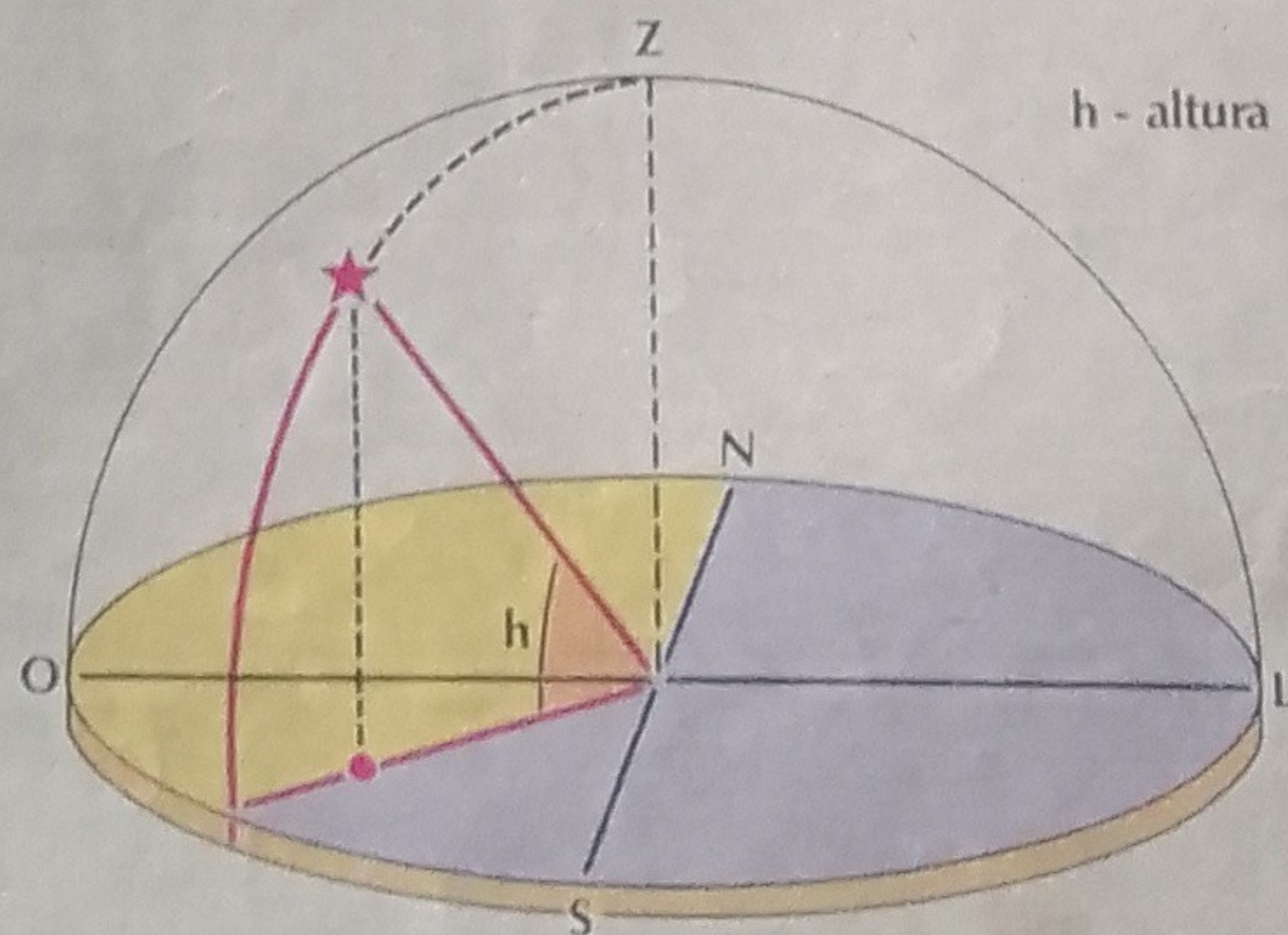
Ao se trocar a ocular por uma de maior aumento, no caso de tentarmos observar detalhes na superfície da Lua ou de um planeta, deveremos reajustar o foco, deslocando-se a ocular para a frente e para trás na porta-ocular. A imagem que iremos observar será em geral invertida. Assim, o que está no mapa acima observaremos através da luneta embaixo.

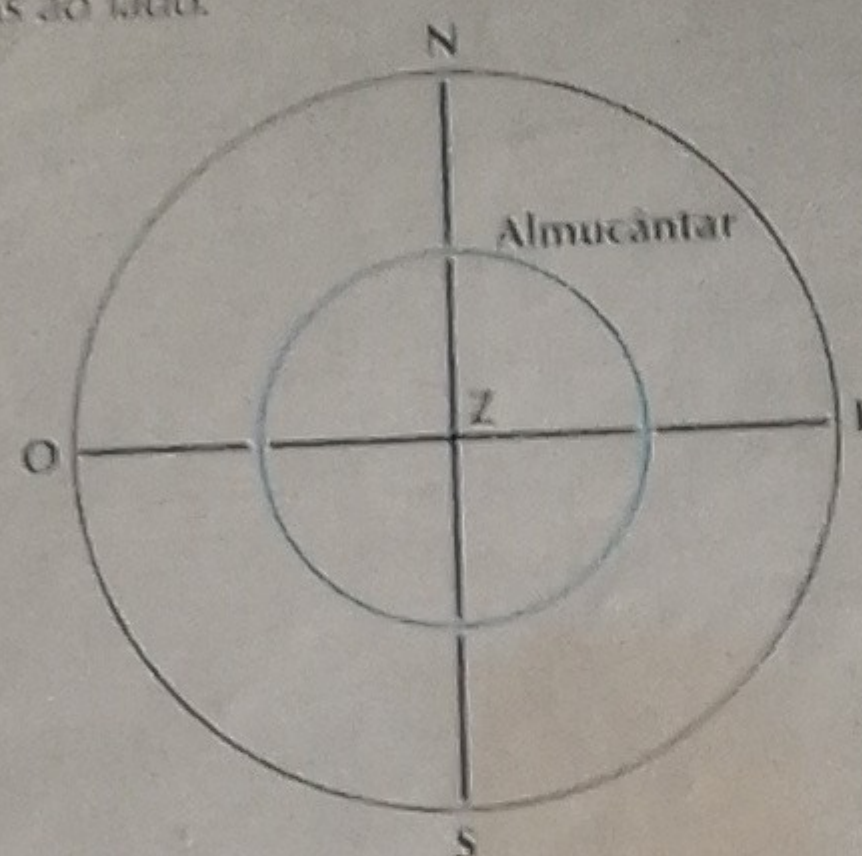
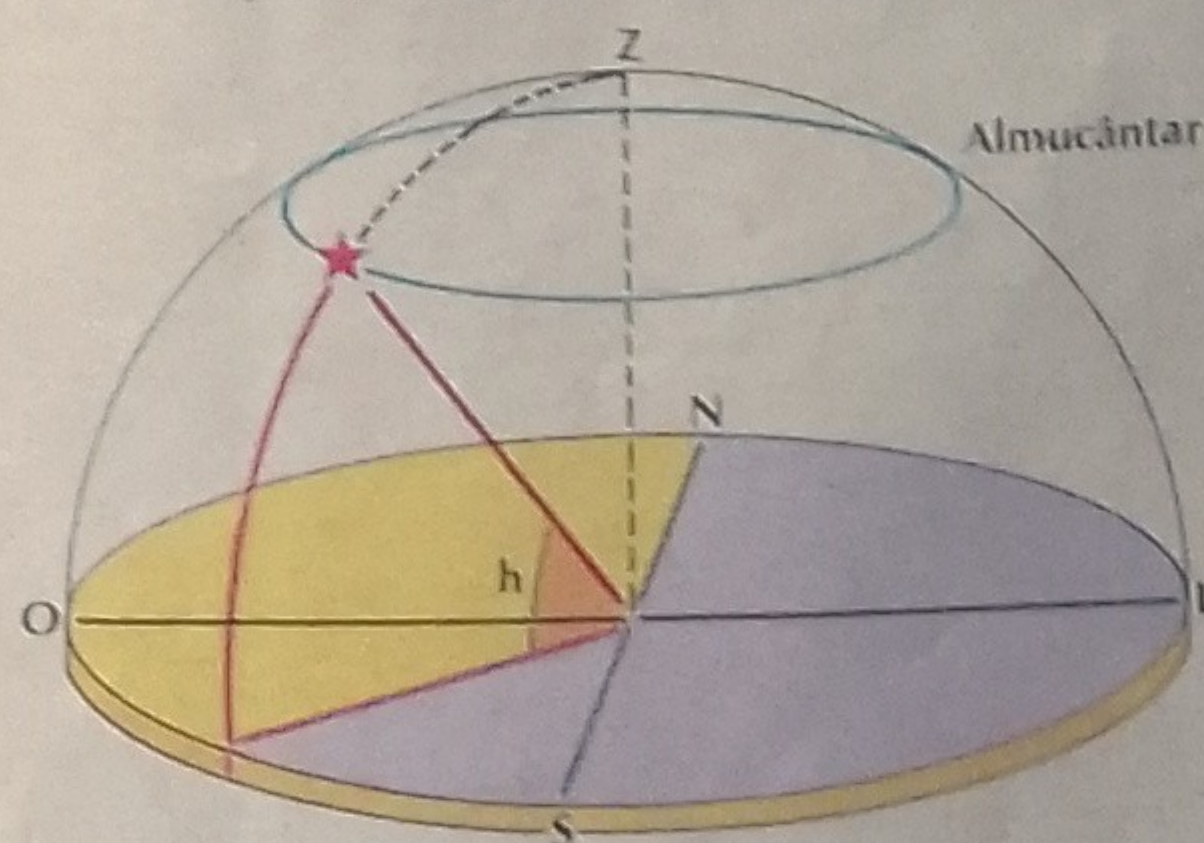
Em conseqüência, o que estiver à direita será observado à esquerda, e o que estiver à esquerda será visto à direita. Desse modo, um objeto celeste situado à direita e em cima de uma estrela deverá ser procurado á esquerda e embaixo desse astro de referência. Não podemos esquecer que, devido à rotação terrestre, num campo visual de 1 grau de diâmetro o objeto celeste em observação desaparecerá do campo do outro lado da ocular em 4 minutos. Será preciso deslocar continuamente o telescópio para continuar a observação. Instrumentos mais sofisticados acompanham automaticamente o movimento terrestre.

A leitura do céu noturno

Inverno, férias e a oportunidade de estar afastado das luzes das grandes cidades, esta é a situação ideal para a apreciação das belezas do céu noturno. Em outras palavras, céu carregado de estrelas, sossego e as únicas luzes presentes, as das estrelas. Se você estiver na Lua Nova, então o quadro ideal estará montado.

São poucas as vezes em que se consegue chegar a esta situação ideal. Como dissemos no início desta segunda parte, mesmo assim você poderá ter momentos de prazer apreciando os astros.

Para conhecermos a posição de um astro e posteriormente podermos, não só localizá-lo novamente, como também acompanharmos a gradativa mudança de posição que vai ocorrendo, necessitamos de um sistema de coordenadas locais (pressupondo que o observador esteja no centro) que são conseguidas através da medição de dois ângulos: a altura e o azimute.

Azimute(A): é o ângulo contado no plano horizontal, desde a direção norte, no sentido horário (girando para leste), até o astro.

Altura(h): é o ângulo contato a partir do horizonte em direção ao zênite local, ou seja, uma vez encontrado o azimute da estrela, mede-se a altura em relação ao horizonte que a estrela atinge neste ponto.

Almucântar(a): é a circunferência formada pelos pontos de igual altura e paralela ao horizonte, uma vez que a altura é tomada a partir do horizonte (paralela de altitude).

Unindo estas duas coordenadas locais (fornecidas pelo azimute e altura) para várias alturas e posições e ao observarmos de cima, teremos as figuras ao lado.

Na página 46 e seguintes a **Superinteressante** está oferecendo a você, no tamanho ideal, a projeção plana destas coordenadas e que servirá para anotar as posições dos astros que você estiver observando.

USANDO O ASTROLÁBIO SUPER. Quando você recortou o círculo graduado da página 39, deve ter percebido que atrás, na página 40, foi recortado também o centro de uma Rosa dos Ventos, igualmente dividida em 360°, que você utilizará agora para medir o azimute. Cubra o centro recortado na revista com a base do seu astrolábio. Posicione a Rosa dos Ventos no local de observação fazendo seus pontos cardeais coincidirem com os do local da observação.

MEDINDO O AZIMUTE. Ajuste a seta do astrolábio em 0° e faça com que ela aponte para o norte da Rosa dos Ventos. Em seguida inicie um movimento de rotação do astrolábio, no sentido horário, até alcançar a direção, no horizonte, do astro que você deseja localizar. Leia na Rosa dos Ventos quantos graus o astrolábio se deslocou. Essa leitura é o Azimute. Anote.

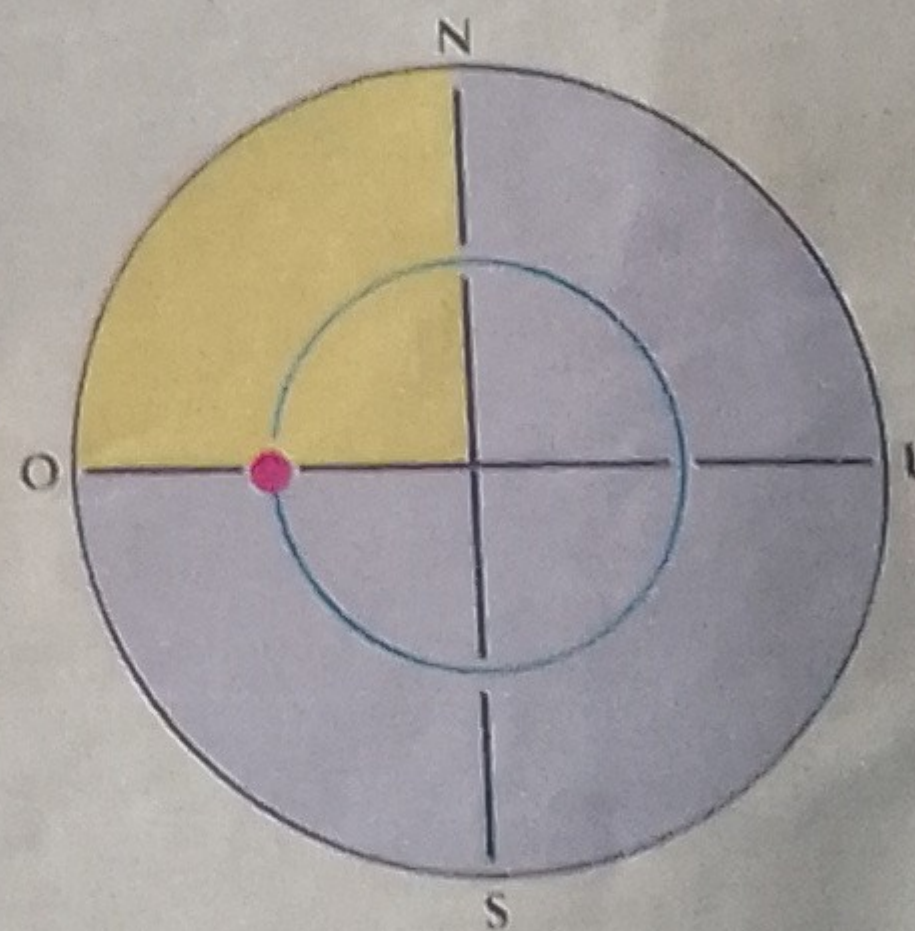
MEDINDO A ALTURA. Mantendo o astrolábio fixo nesta posição e usando como mira para localizar o astro, a ponta da seta e o gnômon (ou seja, olhando da parte posterior da seta para a ponta busque alinhar o gnômon, a ponta da seta e o astro). Leia no círculo graduado o grau que a seta estará apontando. Essa leitura é a altura da estrela. Anote.

USANDO A PROJEÇÃO PLANA. Transfira os ângulos que você encontrou para a projeção plana e encontre o ponto em que o astro está localizado. Veja o exemplo ao lado para um astro com azimute = *270°* e altura = *40°*.

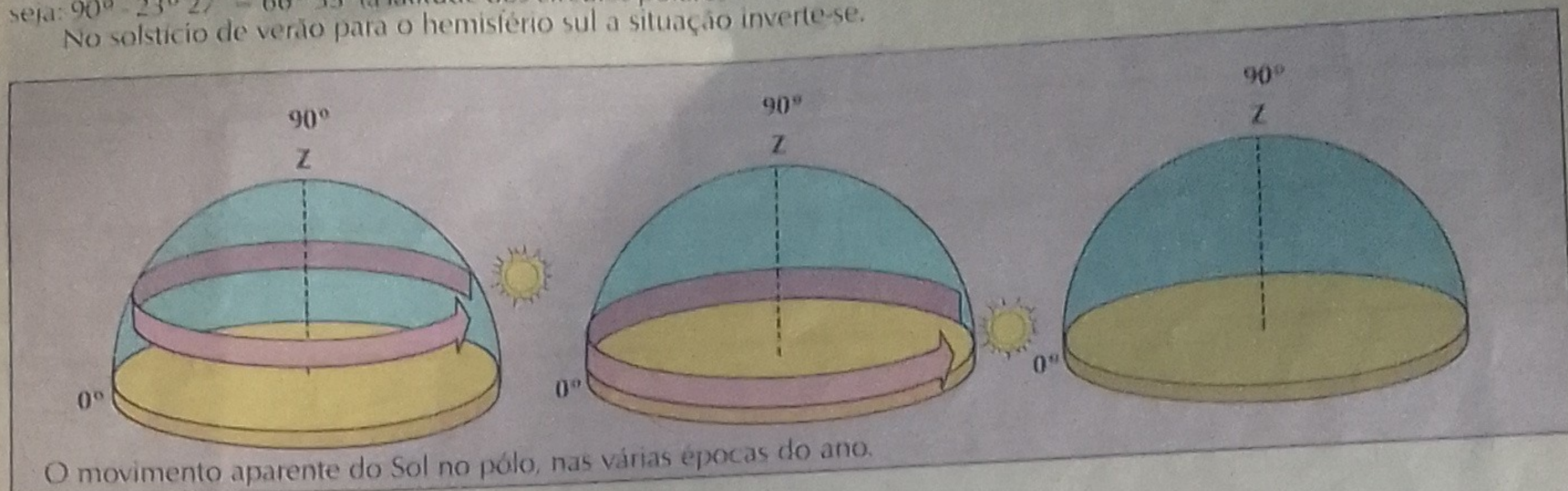
ANOTANDO REGULARMENTE. É muito importante que você tenha sempre em mãos uma caderneta para as anotações e a projeção plana. Com o passar do tempo e sucessivas observações/anotações, você chegará a conclusões superinteressantes sobre os astros.

Se você deseja observar o movimento de um corpo celeste durante alguns dias, vá anotando sempre na mesma projeção a posição e o dia em que o astro foi observado. Neste caso a observação deverá ser feita sempre na mesma hora. No final do período você verá que a projeção mostra o movimento aparente que aquele astro efetuou.

Nas observações feitas numa mesma noite, escolha um intervalo regular de tempo, por exemplo de hora em hora, anote os ângulos e verá que a projeção mostra o movimento aparente do astro naquele dia.

Aos poucos você mesmo vai criando a sua própria maneira de observação/anotação, podendo observar vários astros ao mesmo tempo. E talvez até fazer a sua própria carta celeste local.

Note que nesta ocasião a zona polar está em noite permanente no hemisfério sul e em dia permanente no hemisfério norte. É o grau de incidência dos raios solares que determina a posição do círculo polar ártico e do círculo polar antártico. Ou seja: 90° - 23° 27' = 66° 33' (a latitude dos círculos polares é 66° 33' norte ou sul).

No solstício de verão para o hemisfério sul a situação inverte-se.

O movimento aparente do Sol no pólo, nas várias épocas do ano.

USANDO O ASTROLÁBIO. Após as informações que você recebeu sobre o movimento aparente do Sol ao redor da Terra, já pode usar o astrolábio para descobrir em que estação do ano você está. O primeiro passo é inverter a posição do astrolábio e colocá-lo na direção norte-sul. Ou seja, ao invés da seta medir o plano leste-oeste, passará a medir o plano norte-sul.

Esta medição deverá ser feita às 12 horas, com o Sol no seu ponto mais alto.

Com o 0° posicionado no sul, gire a seta até alcançar o alinhamento da sombra do gnômon com a linha da seta. Faça a leitura do ângulo encontrado. O resultado encontrado é:

A latitude do observador + a latitude do equador (90°) + o grau de afastamento do Sol em relação ao equador celeste.

Para poder descobrir a estação do ano, é necessário observar o Sol durante alguns dias e fazer anotações do ângulo encontrado em cada dia.

1ª situação - Caso o Sol esteja com seu movimento aparente cada vez mais para o norte, já tendo ultrapassado o equador celeste, será o fim do outono e o início do inverno. O ponto máximo de afastamento do Sol se dará no solstício do inverno.

2ª situação - Caso o Sol, já tendo chegado ao ponto máximo de afastamento para o norte (inverno), esteja retornando em direção ao equador celeste e, conseqüentemente, em direção ao sul, será o começo da primavera.

3ª situação - O equinócio de primavera ocorrerá quando o Sol atingir o equador celeste.

4ª situação - O Sol, afastando-se do equador celeste, passa a ter seu movimento cada vez mais em direção ao sul. Estará então caminhando para o solstício de verão. Atingirá o zênite no solstício de verão sobre o Trópico de Capricórnio, quando então começará a retornar para o equador celeste.

Neste movimento de aproximação/afastamento do equador celeste, do norte ou do sul, o Sol caminha 46° 54' entre um trópico e outro. Ou seja, entre o solstício de verão e o solstício de inverno — de 21 de dezembro a 21 de junho —, o Sol "sobe" ou "desce" no meridiano local ± 15' 27", ou 1° 1' 48" a cada quatro dias.

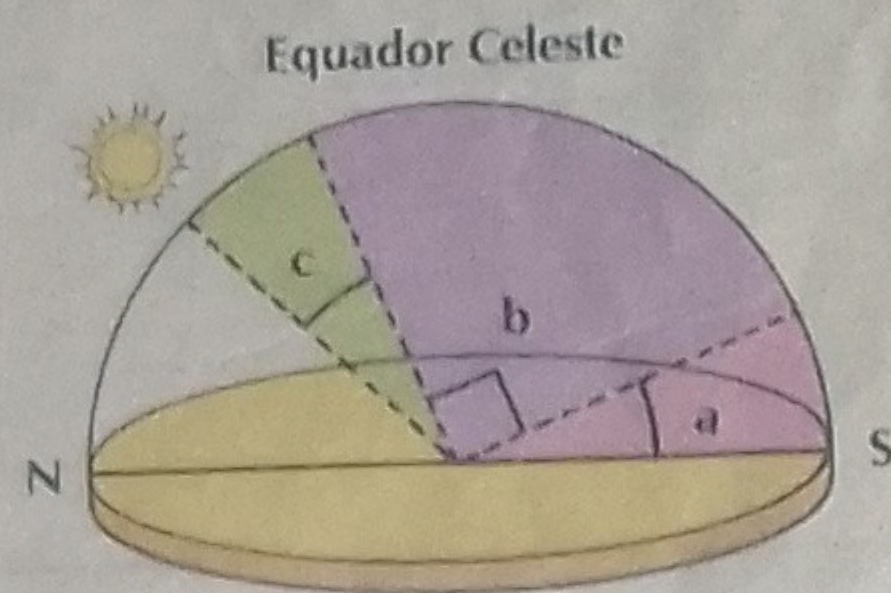
Observe que as datas principais são:

21 de dezembro = 23° 27' de afastamento para o sul do equador celeste (ou a latitude do observador + 90° - 23° 27')

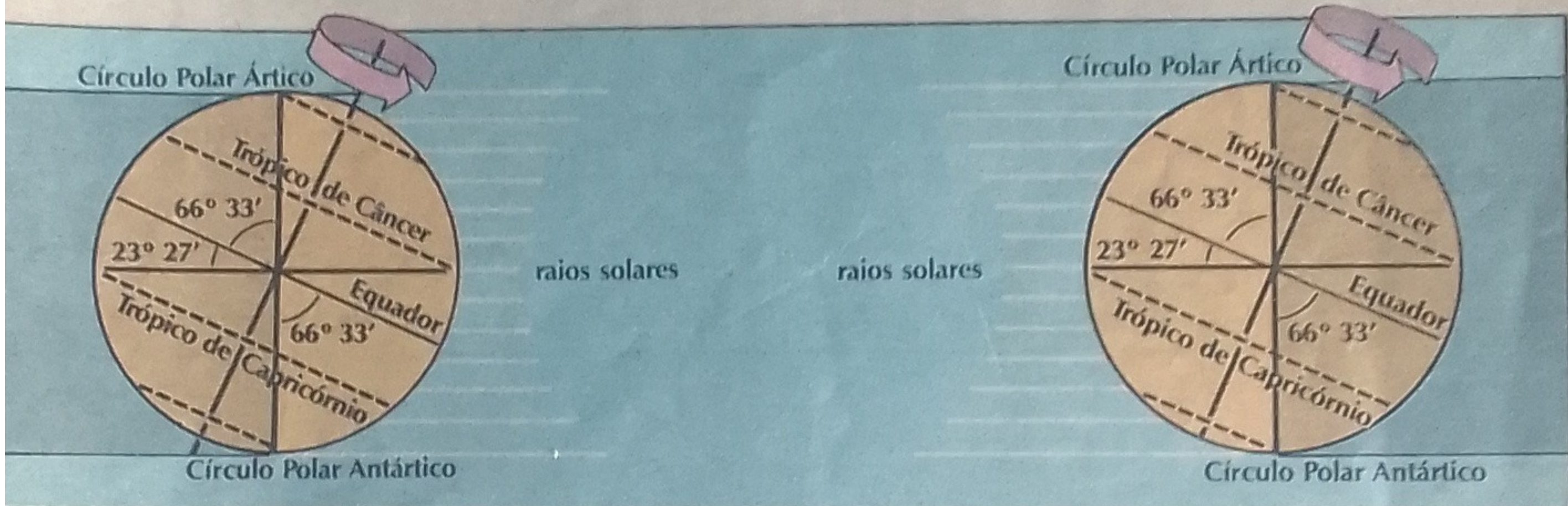
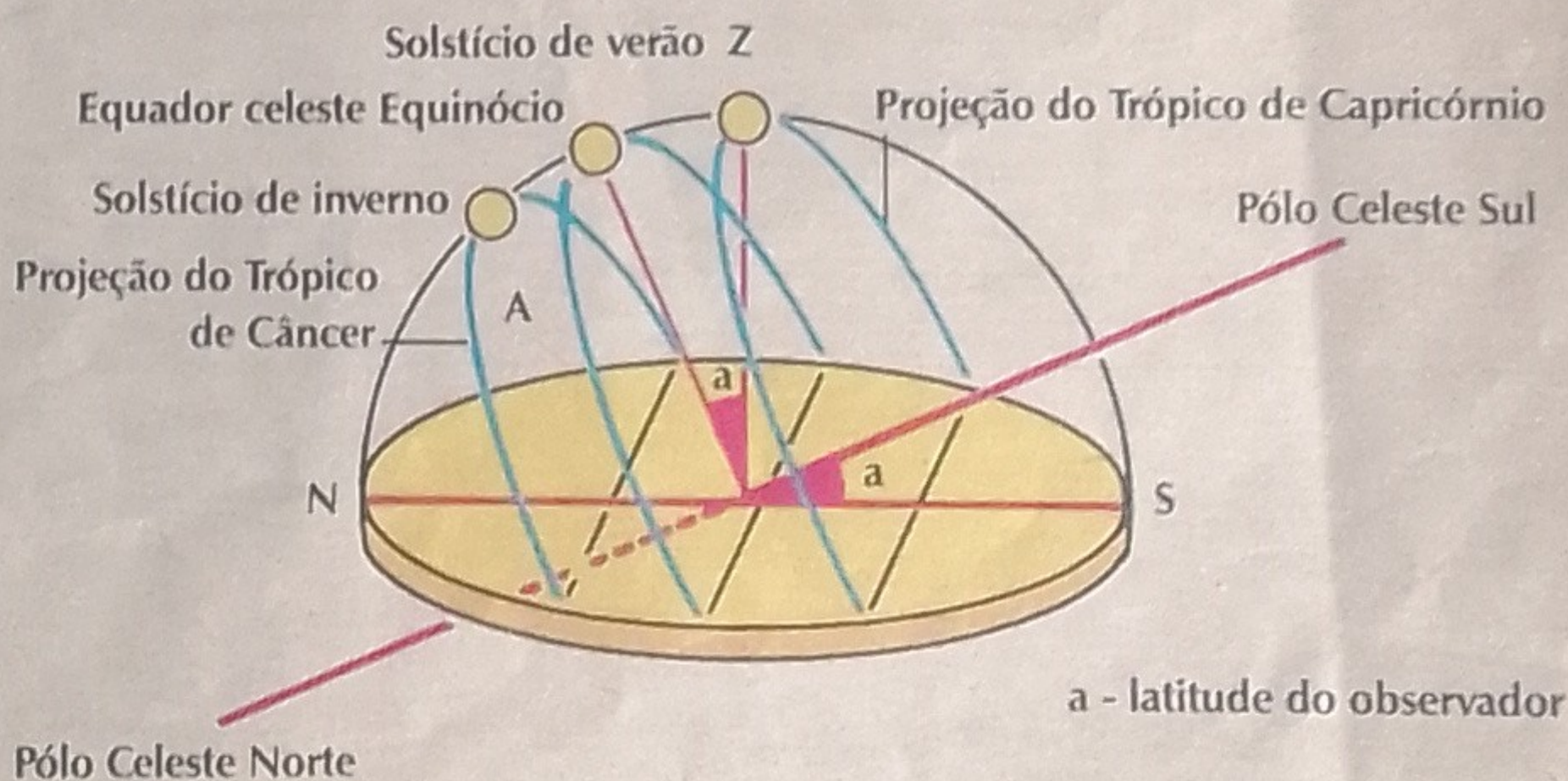
21 de junho = 23° 27' de afastamento para o norte do equador celeste (ou a latitude do observador + 90° + 23° 27')

21 de março = Sol coincidindo com o equador celeste (ou a latitude do observador + 90°)

22 de setembro = Sol coincidindo com o equador celeste (ou a latitude do observador + 90°)

Se você dividir o grau de afastamento do Sol do equador celeste pelos graus correspondentes a cada dia, você saberá quantos dias se passaram do equinócio (de inverno ou de verão) ou quantos dias se passaram do solstício (de inverno ou de verão). Então some às datas acima. Não se esqueça que para saber o dia você deverá saber antes a estação do ano.

A DURAÇÃO DO DIA E DA NOITE. Dia e noite com duração de 12 horas exatas — situação modelo para o cálculo da hora — há somente em épocas de equinócio, ou seja, quando o Sol está no zênite no equador e ambos os hemisférios da Terra recebem igualmente a luz solar. Dependendo da posição do observador sobre a face da Terra, o semicírculo percorrido pelo Sol durante o dia será visto de maneira diferente. Por exemplo, um observador localizado a 23° 27′ de latitude no hemisfério sul, verá o Sol no equinócio passar ao meio-dia 23° 27′ afastado do zênite em direção ao norte. Ou seja, o semicírculo descrito pelo Sol afasta-se 23° 27′ em direção ao norte. Um observador na mesma latitude no hemisfério norte verá a situação invertida, ou seja, o semicírculo inclinando-se para o sul.

Em outras épocas do ano, você notará que o Sol nasce e se põe antes ou depois das 6 horas da manhã ou 6 da tarde. E que o dia terá em certas ocasiões mais de 12 horas ou menos. Notará também que o semicírculo descrito pelo Sol durante o dia aproxima-se cada vez mais do zênite — da primavera para o verão — até atingi-lo no solstício do verão, aqui no hemisfério sul; afasta-se cada vez mais do zênite até atingir o equador celeste — do verão para o outono — e ultrapassa o equador celeste cada vez mais, até um máximo de afastamento de 23° e 27′ em direção ao norte no solstício de inverno.

A região da Terra em que o Sol chega a atingir o zênite chama-se zona intertropical, ou entre os trópicos. Os trópicos são os limites em que se pode ver o Sol no zênite, Trópico de Câncer para o hemisfério norte e o Trópico de Capricórnio para o hemisfério sul.

A situação descrita anteriormente para uma latitude de 23° e 27′ no hemisfério sul (Trópico de Capricórnio) é a seguinte:

Como podemos notar nas três situações ilustradas, o Sol não está visível o mesmo intervalo de tempo o ano todo.

Em A, temos uma situação de solstício de inverno. Nessa ocasião, você notará que o Sol nasce para o observador mais tarde e se põe mais cedo. Neste momento o Sol estará no zênite sobre o Trópico de Câncer.

Para começar a fotografar os corpos celestes, ou seja, dedicar-se à Astrofotografia, você precisa de um equipamento mínimo: uma câmara fotográfica capaz de fazer exposições de vários minutos, um tripé muito firme para sustentá-la e filmes comuns, de preferência de ISO 200 ou 400, coloridos ou branco e preto. Como a luminosidade dos corpos celestes é fraca, fotômetros são inúteis. Você terá de escolher o tempo de exposição fazendo experiências. Veja agora esta relação de fotos que podem ser feitas com diferentes corpos celestes.

ESTRELAS. As estrelas mais brilhantes são ótimas para sua estréia na Astrofotografia, porque é muito fácil fotografá-las. Use um filme de ISO 200, escolha a abertura máxima da lente, ponha o foco no infinito e apóie a câmara no tripé firme. Mire um grupo de estrelas brilhantes e abra a objetiva numa exposição de 4 minutos. Você vai verificar que as estrelas aparecerão como uma série de linhas brilhantes. Isso acontece por causa do movimento de rotação da Terra. Se nessa primeira foto os traços não aparecerem nítidos e brilhantes, você terá de verificar o foco e a solidez de seu tripé. Fotos mais ou menos claras serão obtidas variando (pouco) o tempo de exposição. Tenha o cuidado de escolher noites sem lua e, sobretudo, procure locais distantes das luzes das cidades. Se você conseguir incluir na sua foto a silhueta de árvores, casas, a torre de uma igreja, elas ganharão interesse e qualidade.

COMETAS. Há cometas que aparecem regularmente, em ciclos de vários anos que são calculados com exatidão. Outros aparecem apenas uma vez. Você poderá fotografá-los facilmente, pois os períodos em que são visíveis duram muitos dias. Para isso, use filme bastante rápido e exposições de 10 a 30 minutos. Se você utilizar uma câmara fixa no tripé, suas fotos vão ficar com uma aparência de borradas, por causa do movimento da Terra e do longo tempo de exposição. Para conseguir fotos nítidas do cometa você precisará de um acessório capaz de fazer sua câmara acompanhar o movimento terrestre, do qual falaremos em outra oportunidade.

METEOROS. Fotografar meteoros é um desafio que, em geral, exige muita paciência e até um pouco de sorte. Embora apareçam muito mais constantemente do que os cometas, sua posição no céu é imprevisível. Se acontecer que um meteoro brilhante cruze o céu enquanto você está fotografando uma estrela, e cruze o campo de foco de sua câmara, basta fechar em seguida o obturador. Tanto o brilho quanto o colorido dos meteoros variam muito. Em noites límpidas e escuras, longe da luminosidade das cidades, você pode enxergar de cinco a dez meteoros por hora. Há épocas do ano em que acontecem chuvas de meteoros, que podem durar horas, ou mesmo dias. Mas cada meteoro brilha no céu apenas alguns poucos segundos.

Se você estiver observando o céu no momento em que acontece esse fenômeno, com a câmara preparada, poderá fotografá-lo. Chuvas de meteoros são previstas com precisão, de modo que você poderá se preparar para elas.

SATÉLITES ARTIFICIAIS. A passagem dos satélites artificiais pelo céu também é perfeitamente previsível, pois eles completam uma órbita da Terra a cada 90 minutos, mais ou menos. Para fotografá-los, é melhor usar lentes normais, não teleobjetivas, pois você deverá operar com a câmara na mão e isso minimiza os efeitos da vibração que fatalmente haverá. Use filmes rápidos, aponte a câmara para o local onde o satélite deverá passar e abra o obturador. Quando o satélite passar pelo seu campo de visão, feche o obturador. As fotos ficarão mais sugestivas se você conseguir fotografar o satélite quando ele passar próximo au através de uma constelação.

LUA. A Lua cheia exige o mesmo tempo de exposição dos objetos iluminados pelo Sol, durante o dia. Isso lhe permitirá usar o fotômetro para estabelecer as medidas exatas. Saiba, então, que a Lua minguante (mais da metade do corpo iluminado) exige duas vezes mais tempo de exposição do qua a Lua cheia; a metade do corpo iluminado exige quatro vezes mais tempo de exposição; e menos da metade exige dez vezes mais tempo de exposição. Embora a Lua pareça um objeto grande, aos seus olhos, ela vai aparecer muito pequena na fotografia. Para conseguir que sua imagem preencha a maior parte do fotograma, você precisará de uma teleobjetiva de 200 ou mesmo 300 milímetros.

ECLIPSE LUNAR. Acontece quando a Lua atravessa a sombra que a Terra projeta no espaço. Então o nosso satélite fica iluminado apenas pela luz refratada na atmosfera terrestre. Essa luz é normalmente alaranjada ou cor de tijolo. Antes de entrar na sombra, a Lua passa por uma área parcialmente iluminada, chamada penumbra. Ali ela aparece quase tão iluminada quanto no momento em que se encontra exposta diretamente ao Sol. Para fotografar o eclipse, é preciso usar filmes de alta velocidade e lentes de maior abertura. Isso permitirá valer-se de menores tempos de exposição e assim o movimento da Lua não prejudicará suas fotos. Se você possuir uma câmara capaz de fazer múltiplas exposições do mesmo fotograma, poderá obter interessantes seqüências mostrando a progressão do eclipse numa única foto. Com um filme de ISO 400, você pode usar a velocidade 1/250 e abertura f/22 para fotografar a Lua cheia com céu límpido. Para a Lua já na área de penumbra, use 1/125 e f/16; para a Lua totalmente na sombra, use velocidade de 1 segundo e abertura f/2,8.

ECLIPSE SOLAR. O fenômeno ocorre quando a Lua passa diante do Sol, impedindo que sua luz chegue à Terra. A escuridão total dura menos de 5 minutos, mas você pode obter fotos sensacionais nos momentos exatamente anteriores e posteriores a essa fase. Mas tenha um cuidado: jamais olhe diretamente para o Sol, mesmo que parcialmente encoberto, pois isso pode provocar cegueira irremediável; nem através do visor da câmara, ainda que a lente esteja protegida por filtros adequados para a fotografia. Eles não estão capacitados para proteger seus olhos. Se sua câmara puder fotografar várias vezes sobre o mesmo fotograma, você poderá obter belas seqüências, fazendo exposições a intervalos de 5 minutos, por exemplo. Durante a fase parcial do eclipse, você poderá obter belos efeitos com os raios solares que se filtram através das folhas das árvores. A intensidade da luz varia rapidamente nos minutos antes e depois de o eclipse atingir a fase total. Nessa fase de escuridão, você pode operar com 1/4 de segundo de velocidade e abertura f/8, para filmes de ISO 200. Para fotografar durante os períodos em que o eclipse é parcial e o Sol aparece iluminado, você precisará utilizar filtros especiais, que reduzem a intensidade da luz de 10 mil até 100 mil vezes.

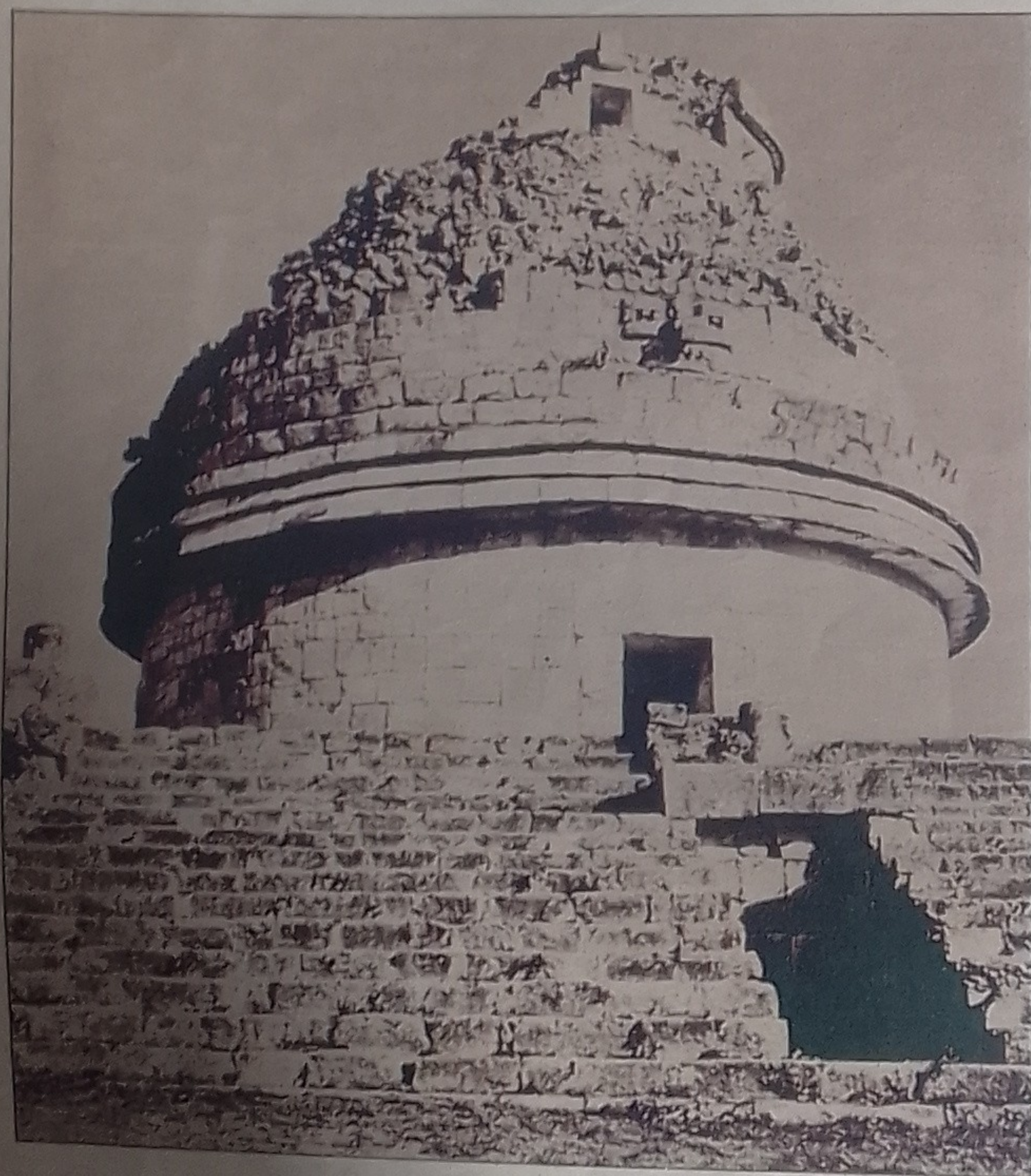
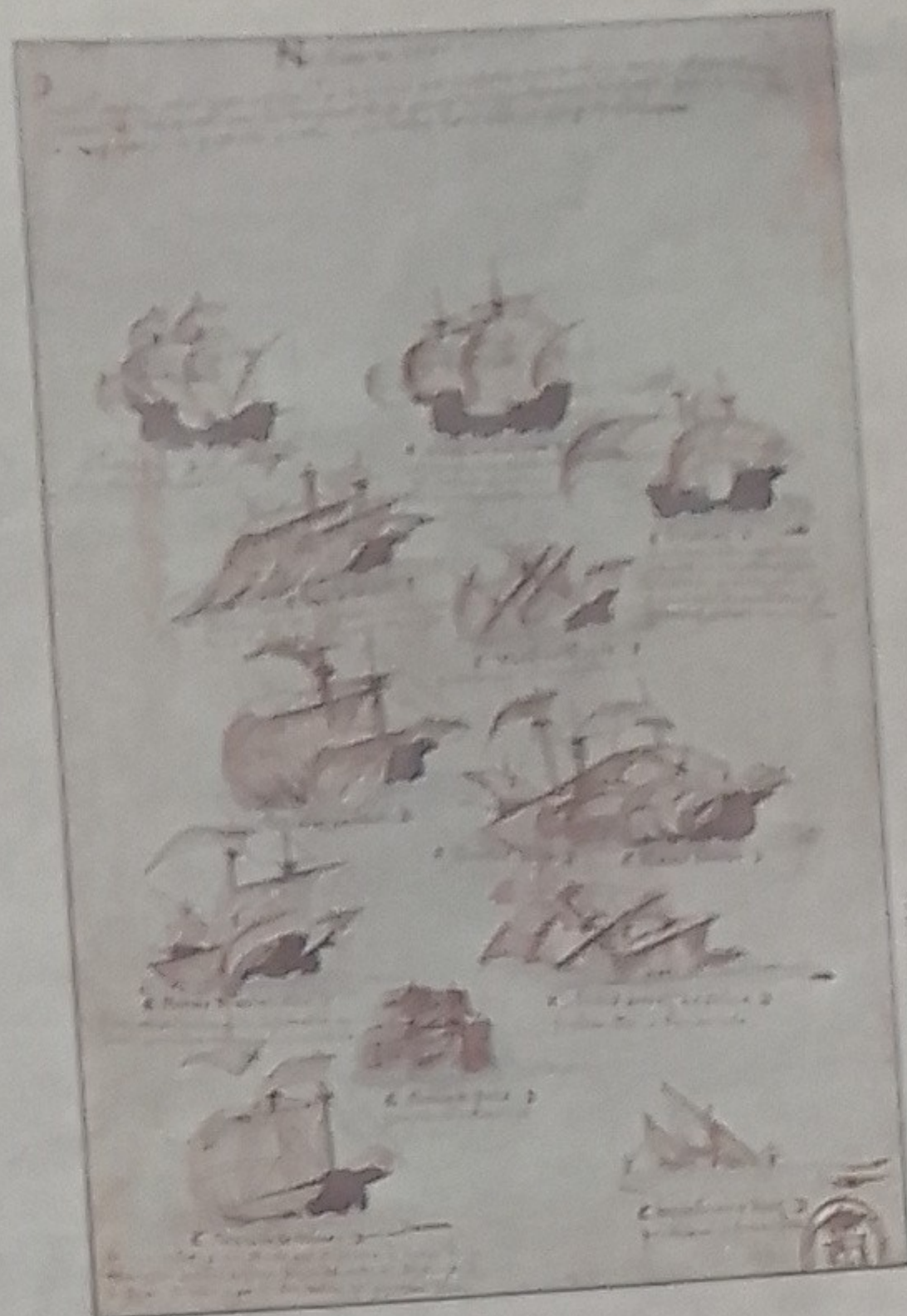
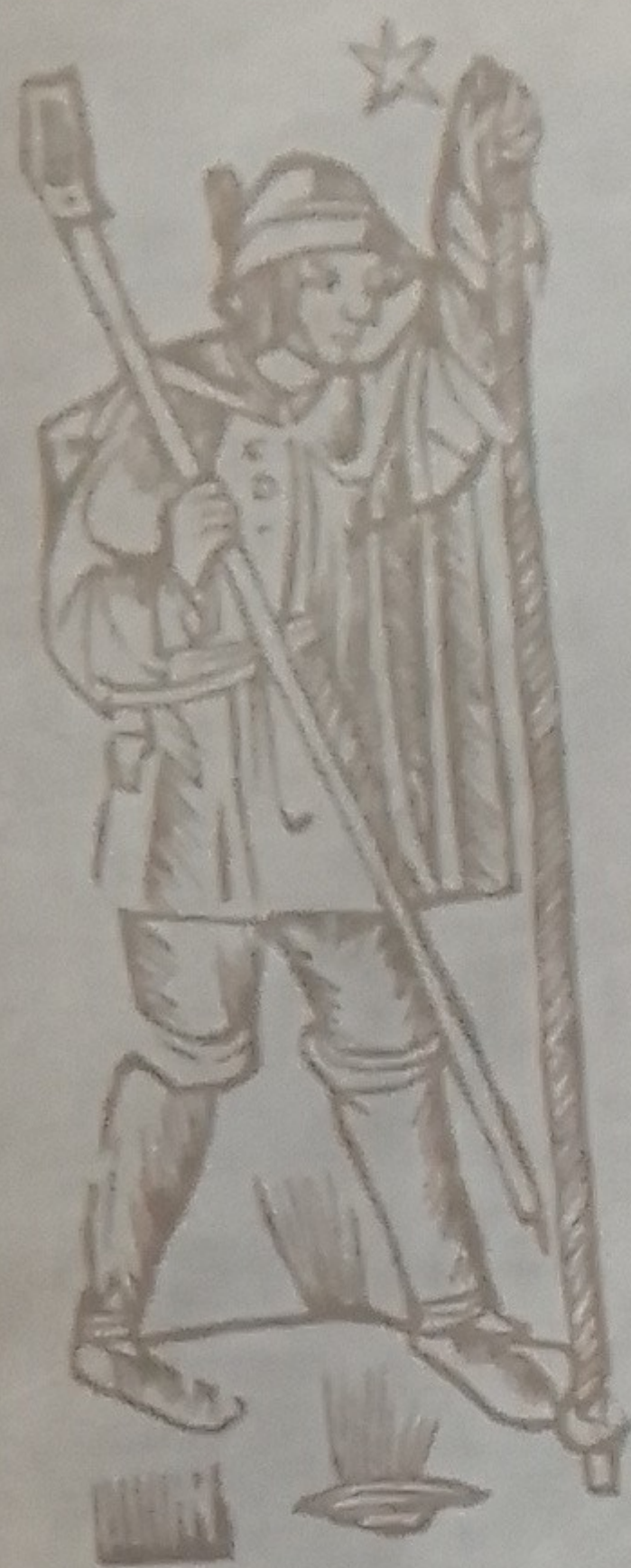
Os primeiros passos

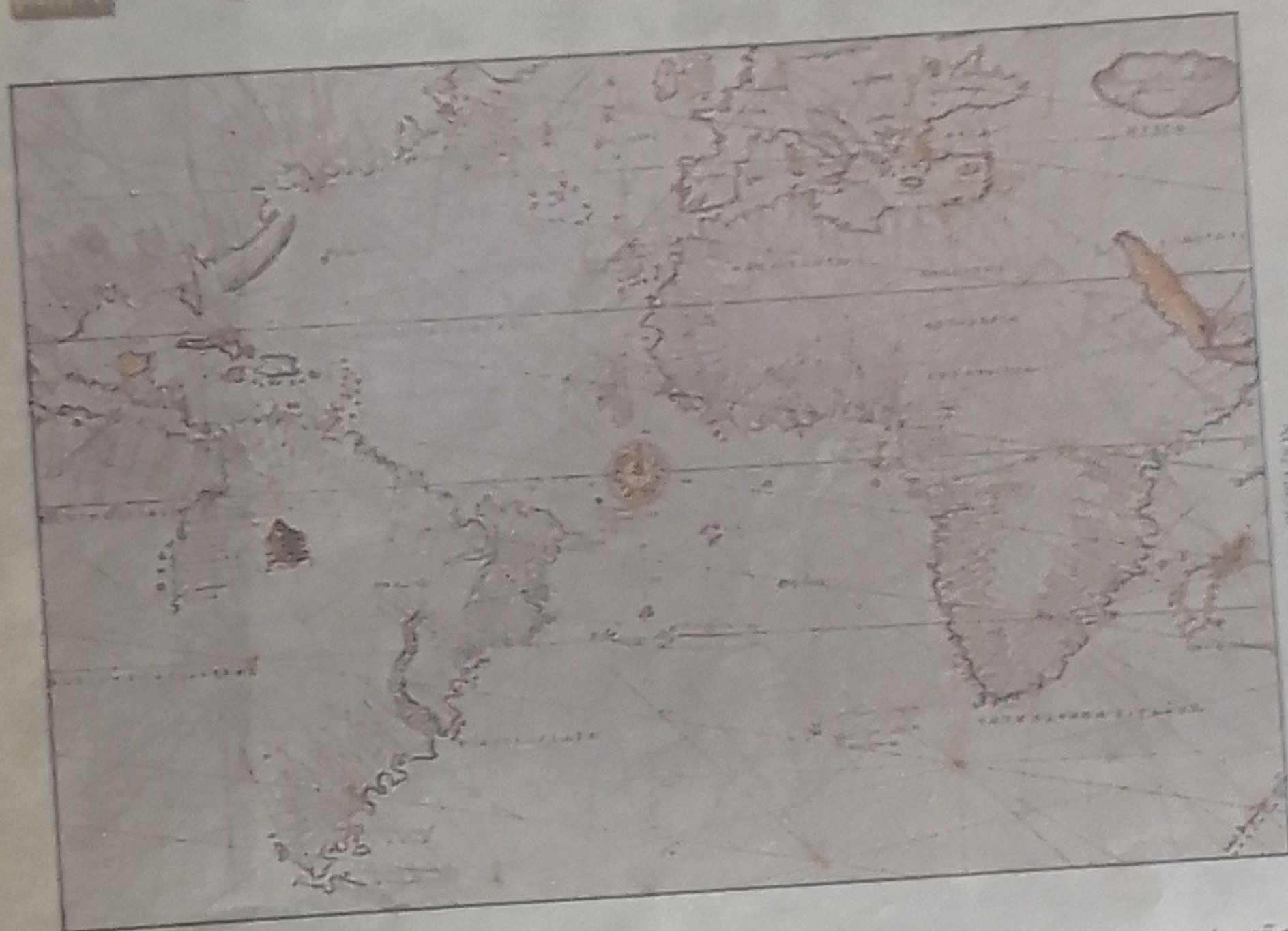
Quem já tentou, numa noite sem lua, mostrar a alguém uma estrela em especial, sabe a dificuldade que isso envolve. Aponta-se com o dedo, buscam-se referenciais que isolem a área do céu da qual se está falando, desenha-se no chão a constelação e raramente se é entendido. É como apontar um grão de areia na praia.

É fácil imaginar que, na Antigüidade, muitas descobertas astronômicas morreram junto com seus descobridores pela pura incapacidade de serem passadas adiante de forma precisa. Desenvolver meios seguros de localizar um corpo celeste foi por muito tempo a preocupação central de uma ciência nascente: a Astronomia.

Vários artifícios foram desenvolvidos com a finalidade de observar o deslocamento dos astros e, mais importante, anotar seus passos para que o conhecimento acumulado desembocasse em descobertas de significado prático para os povos. Foi nesse cenário que surgiu uma daquelas ferramentas destinadas a revolucionar a história humana: o astrolábio. Ao lado da bússola, da roda, do papel, da pólvora e mais algumas outras invenções, o astrolábio é tão simples que se pode duvidar de que tantas descobertas tenham dependido dele.

Assim como outras idéias geniais surgidas na Antigüidade, o astrolábio é órfão. Teria sido Apolônio de Perga (240 a.C.) ou Hiparco (150 a.C.) ou ainda o próprio Ptolomeu (127 d.C.) o pai do invento, mas há fortes indícios de que os gregos herdaram a idéia dos egípcios e que foram os árabes que o trouxeram para a Europa, pela Espanha, por ocasião da invasão da Península Ibérica.

ULLSTEIN

O observatório de Chic situado em Iucatan, no M construído no ano 850 de pelo povo maia. Conhec espanhóis como El Carac em sua cúpula janelas que a observação do pôr d equinócios e

Página do Antigo Livro das Armadas (1497-1562), onde se relata o destino das treze naus caravelas da armada de Pedro Álvares Cabral. Durante a travessia do Atlântico em direção ao Brasil quatro delas se perderam em temporais.

No século XVI, pastores medievais conheciam as horas noturnas, medindo a posição das estrelas com uma corda-prumo.

Na primeira metade do séc. XVI, as terras conhecidas limitavam-se à costa, graças ao desenvolvimento da cartografia costeira. Note o contraste entre o volume de informações referentes à costa e ao interior dos continente

Foi inevitável a evolução do astrolábio. O quadrante, o sextante, o octante são os resultados desse aperfeiçoamento. Espelhos, estruturas engenhosas, fabricação requintadíssima foram colaborando para a obtenção de medidas cada vez mais exatas. Hoje, satélites e computadores se encarregam de orientar o homem na superfície da Terra com precisão absoluta, rápida e automaticamente, mas o princípio do círculo graduado apontado para as estrelas ainda é suficiente. Da mesma forma que uma agulha imantada que aponta grosseiramente para o norte, jamais para o sul, basta para orientar, também o astrolábio continua sendo um meio seguro para se compreender as indicações das estrelas.

Navegar é preciso...

O imenso poder adquirido por Portugal e Espanha na época dos descobrimentos, no século XIV, estava diretamente ligado ao fio de prumo que sustentava um pequeno disco caprichosamente dividido em 360 partes iguais. A economia daqueles países dependia cada vez mais das rotas secretas do oceano. Nessa época, a coroa portuguesa saiu na frente — o que lembra a corrida espacial nos dias de hoje — fundando a famosa Escola de Sagres. Dirigida pelo Infante Dom Henrique, ela centralizou os esforços na elaboração de cartas de navegação e na formação tanto de pessoal capaz de acompanhá-las, mantendo as frágeis caravelas na rota, quanto de engenheiros navais para a construção de navios maiores, mais seguros e mais velozes.

Lançar-se ao mar naquela época era uma temeridade muito maior do que um vôo orbital hoje em dia. Os pobres pilotos de então contavam com alguns roteiros que haviam sido transmitidos a partir da memória de marinheiros sobreviventes da última viagem, uma bússola que apontava vagamente para o norte (desconheciam-se as variações do campo magnético da Terra), um astrolábio, uma luneta e vários livros de orações.

Com esse equipamento, qualquer medição apresentava variações de até 6 graus, o que quer dizer, na prática, que sair de Lisboa com destino à Bahia, significava chegar no Recife sem saber por quê. Com mar calmo e céu limpo. Daí o desenvolvimento da cartografia costeira. Como o porto visado raramente era atingido com precisão, o único jeito era navegar beirando a terra até encontrar indícios da localidade desejada, que aliás era, sintomaticamente, chamada de Ponto Fantasia.

Percebe-se, assim, por que tanta euforia ao se ouvir da gávea o famoso grito de "Terra à vista!". Era o mesmo que ouvir "ganhamos na loteria!" Entende-se também, com essas condições, como um grupo de piratas podia se "esconder" numa ilha com centenas de quilômetros quadrados. Aliás, o próprio bucaneiro não poderia se afastar muito de sua ilha, sob risco de não saber depois voltar para casa. Uma loucura!

**Os árabes foram sempre notáveis astrônomos
Desenvolveram instrumentos astronômicos mais tarde aperfeiçoados na *Escola de Sagres* e utilizados pelos navegantes na época dos descobrimentos.**

Porque a lua e o sol são maiores no horizonte?

ERIC SANDERS/GAMMA

Apesar de o afastamento real da Lua à Terra variar muito pouco, ás dimensões aparentes do disco lunar se modificam ligeiramente, em virtude da órbita da Lua ao redor da Terra não constituir um círculo mas uma curva elíptica. Tais variações são tão desprezíveis que só será possível notá-las com auxílio de instrumentos que permitam medir com precisão o seu diâmetro. Todavia, quando a Lua se encontra próximo do horizonte, logo depois do nascer ou antes do ocaso, parece não somente mais avermelhada, mas também sensivelmente maior do que quando se encontra alta no céu.

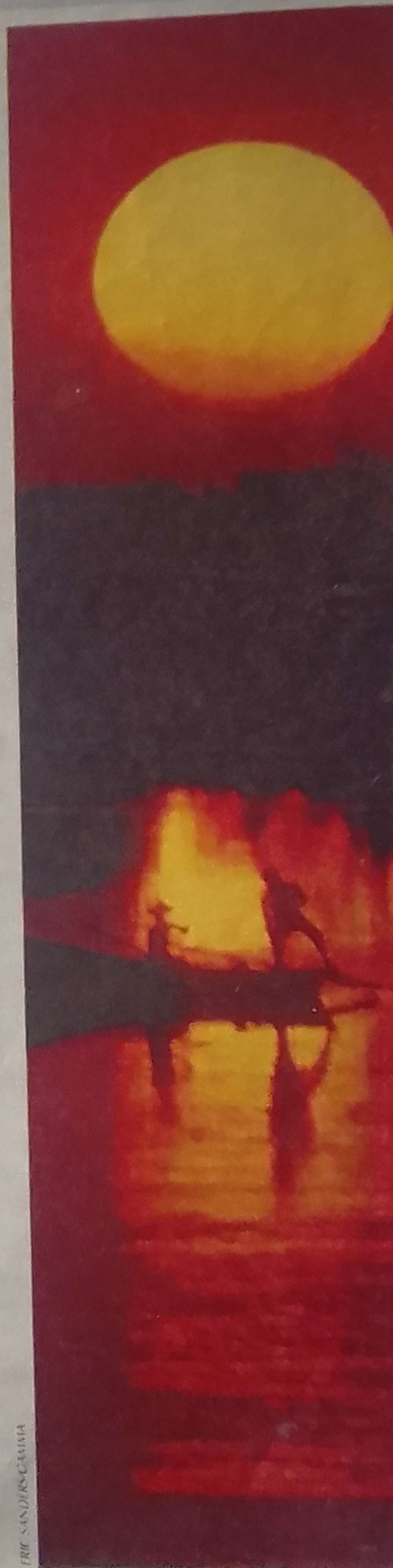
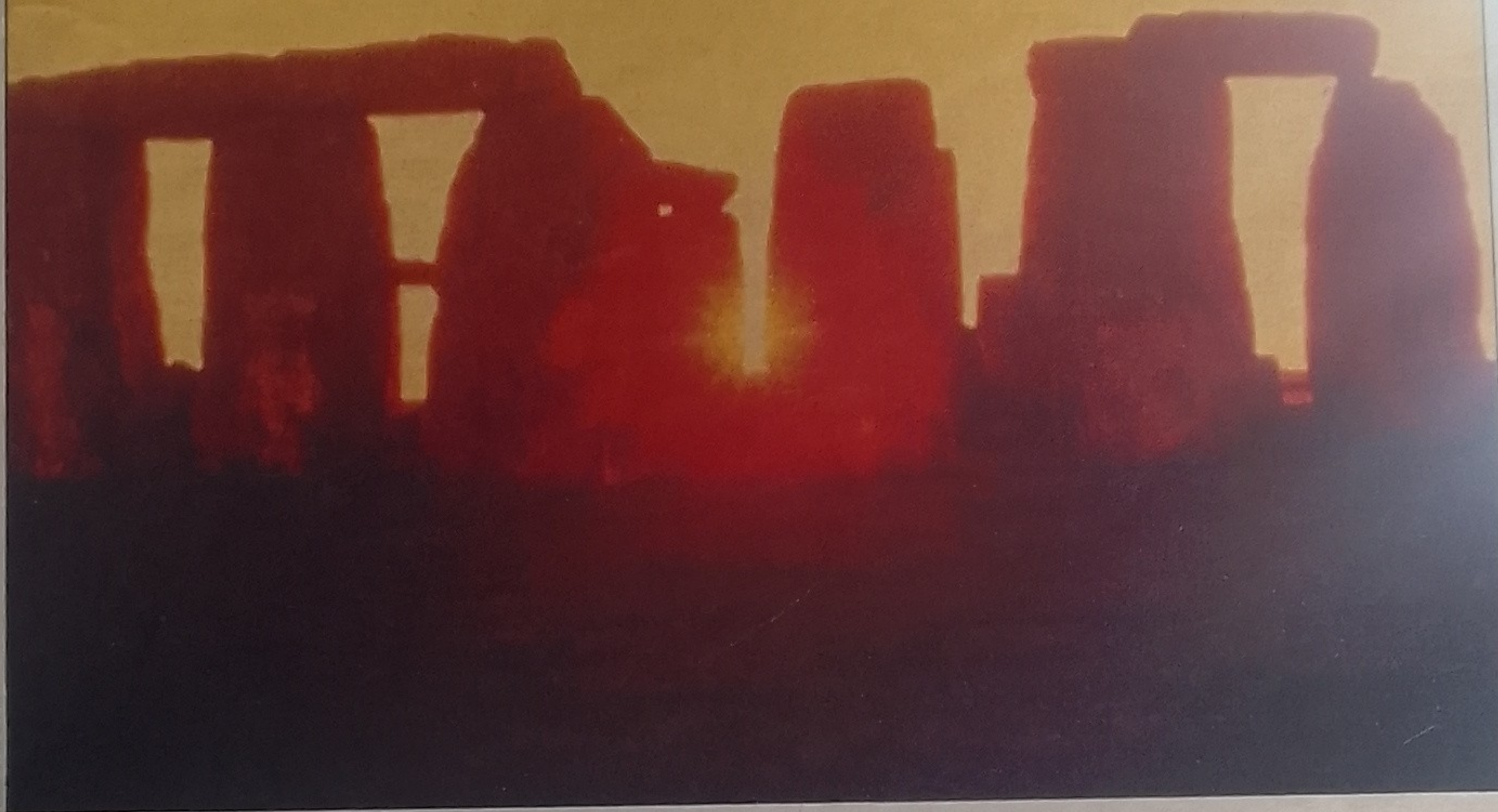
De início poder-se-ia supor que os raios luminosos, provenientes da Lua situada no horizonte, deveriam percorrer, através da atmosfera, um caminho tanto mais longo quanto menor o grau da posição da Lua em relação ao horizonte. Em conseqüência, os raios sofreriam alterações e refrações que aumentariam aparentemente o diâmetro lunar. Tal explicação confirmaria a coloração avermelhada do nosso satélite. De fato, os raios luminosos, ao atravessarem uma atmosfera carregada de vapor de água e de poeira, sofrem a absorção de determinadas cores, deixando passar as radiações vermelhas. No entanto, não é possível explicar deste modo o aumento aparente da Lua. Esta ampliação não é real. Ela existe somente para a vista humana. Se tivéssemos dúvida, poderíamos medir, com auxílio de um instrumento muito preciso, o diâmetro lunar a diferentes alturas em relação ao horizonte. Descobriríamos justamente o oposto: a grandeza aparente da Lua não aumenta à medida que nos afastamos do horizonte; muito ao contrário, vai decrescendo. Aliás, outro não poderia ser o efeito, pois quando a Lua está mais alta no céu, acima da nossa cabeça, está mais próxima de nós, em um valor equivalente a um raio terrestre, do que quando aparece ou desaparece no horizonte. Por outro lado, não se pode negar que a Lua cheia, ao nascer ou ao desaparecer, apresenta um diâmetro muito superior ao que possui no zênite. Tal fenômeno não possui nenhuma explicação material: trata-se na realidade de uma ilusão ótica. O fundo do céu joga um papel decisivo: temos a impressão de que a abóbada celeste não é uma semi-esfera mas uma calota achatada no zênite e que se estende em ângulo agudo para o horizonte. Tão real é esta ilusão que o próprio azul, as nuvens, as constelações, o Sol e a Lua, tudo que existe no céu, está incrustado numa abóbada achatada. A razão desta impressão provém, sem qualquer dúvida, do fato de não existir nenhuma referência que permita estimar distâncias com maior exatidão quando olhamos acima de nossa cabeça. Ao contrário, quando olhamos em direção ao horizonte, nosso olhar contempla os campos, os bosques, as montanhas, colinas, estabelecendo, involuntariamente, um termo de comparação e a impressão imediata de afastamento. Assim, o céu no horizonte nos parece muito mais afastado do que no zênite.

Quando observamos o céu estrelado, projetamos, sem sentir, as estrelas e a Lua sobre essa abóbada celeste achatada por nossa imaginação. Tal ilusão não ocorre somente com a Lua, mas também com as constelações e, naturalmente, com o Sol que, no ocaso, parece avermelhado e enormemente aumentado.

Há quem defenda que o aumento aparente das dimensões da Lua e do Sol, quando no horizonte, é consequëncia do fenômeno da refração causado pelo ângulo em que a luz daqueles astros penetra nas camadas superiores da atmosfera.

A luz dentro desta hipótese, sofreria uma desvio como se a atmosfera fosse uma imensa lente convergente. Assim, provocaria o aumento da imagem daqueles corpos celestes na medida em que eles se aproximassem do horizonte. Essa teoria explica, também, porque às vezes vemos o Sol fragmentado como se tivesse nuvens a sua frente. Na realidade o Sol nesse momento já estaria abaixo do horizonte e o que vemos é o seu reflexo nas camadas mais altas da atmosfera.

O crepúsculo apresenta outro fenômeno muito bonito que é o brilho avermelhado do Sol. Por que vermelho, e não branco como sabemos ser a luz solar nas outras horas do dia?

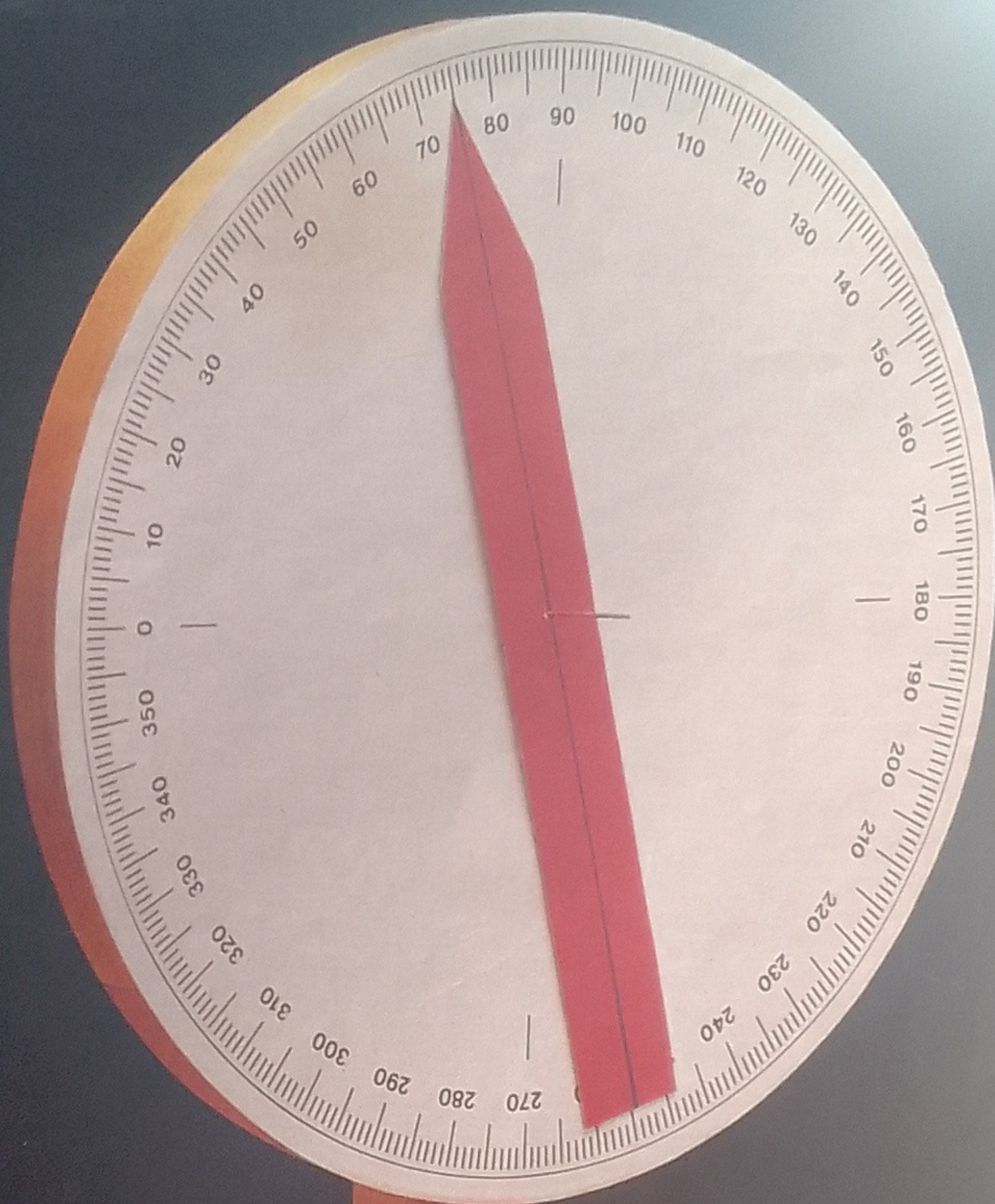
Vejamos: Como os raios solares penetram na atmosfera num ângulo muito oblíquo, são obrigados a atravessar centenas de quilômetros de gases e partículas em suspensão, que filtram a maioria das cores deixando passar só o vermelho.

O Astrolábio

Introdução

Artur Clarke, o celebrado autor de *2001 - Uma odisséia no espaço* supôs nesse famoso livro que a raça humana surgiu no momento em que um primata africano olhou para o céu e quis entendê-lo. Realmente, a compreensão dessa misteriosa cúpula tem permeado toda a história da humanidade. Da Escócia ao Pacífico, dos Andes ao Texas, sempre que um aglomerado humano estável se instala é quase que uma regra o surgimento de observatórios astronômicos.

Certamente, não foi apenas o fascínio visual que mobilizou civilizações inteiras a conviver durante gerações com a construção de enormes estruturas cujo único objetivo era acompanhar o movimento dos astros. Só condições de extrema necessidade forçam sociedades à edificação de observatórios como o do Caracol, dos maias, ou o de Machu Picchu, dos incas. O povo que soubesse associar o surgimento de uma determinada estrela no horizonte com a chegada das cheias de um rio levava consigo uma nítida vantagem em relação a seus inimigos ignorantes de ta fato. Ou, ainda, um homem que previsse, a partir de suas observações, a data exata de um eclipse transformava-se num inquestionável profeta com ligações íntimas no meios divinos. O movimento da caça, a colheita, as rotas no deserto, tudo praticamente estava escrito nos céus. Quem soubesse ler as estrelas dominaria a Terra.

O monumento de Stonehenge, situado na Inglaterra e construído pelo povo *beaker*, em torno de 2 500 a.C., na Idade do Bronze, revela um método altamente sofisticado de calcular o calendário, assinalando solstícios e predizendo eclipses.

0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
130
140
150
160
170
180
190
200
210
220
230
240
270
280
290
300
310
320
330
340
350

Construção

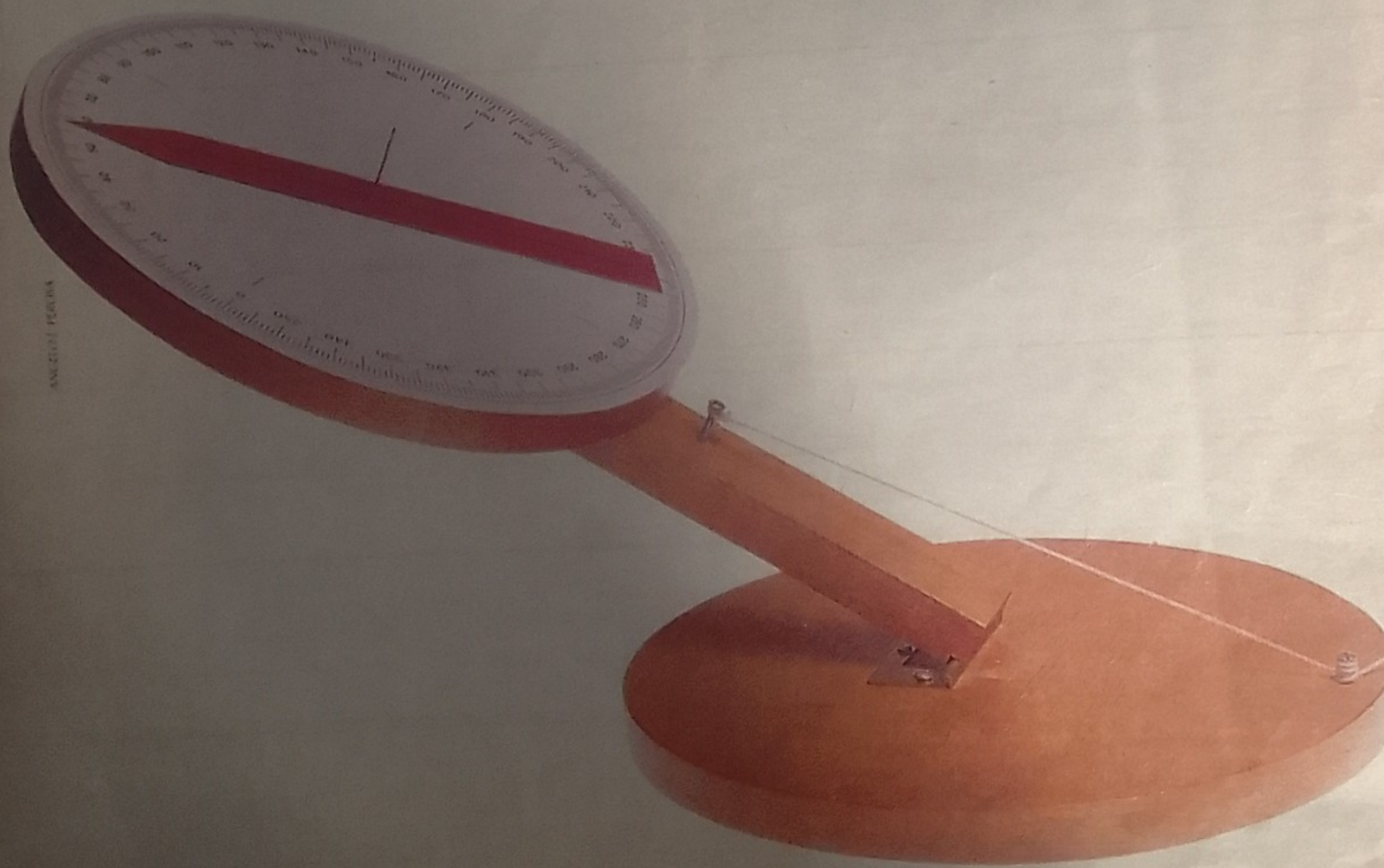
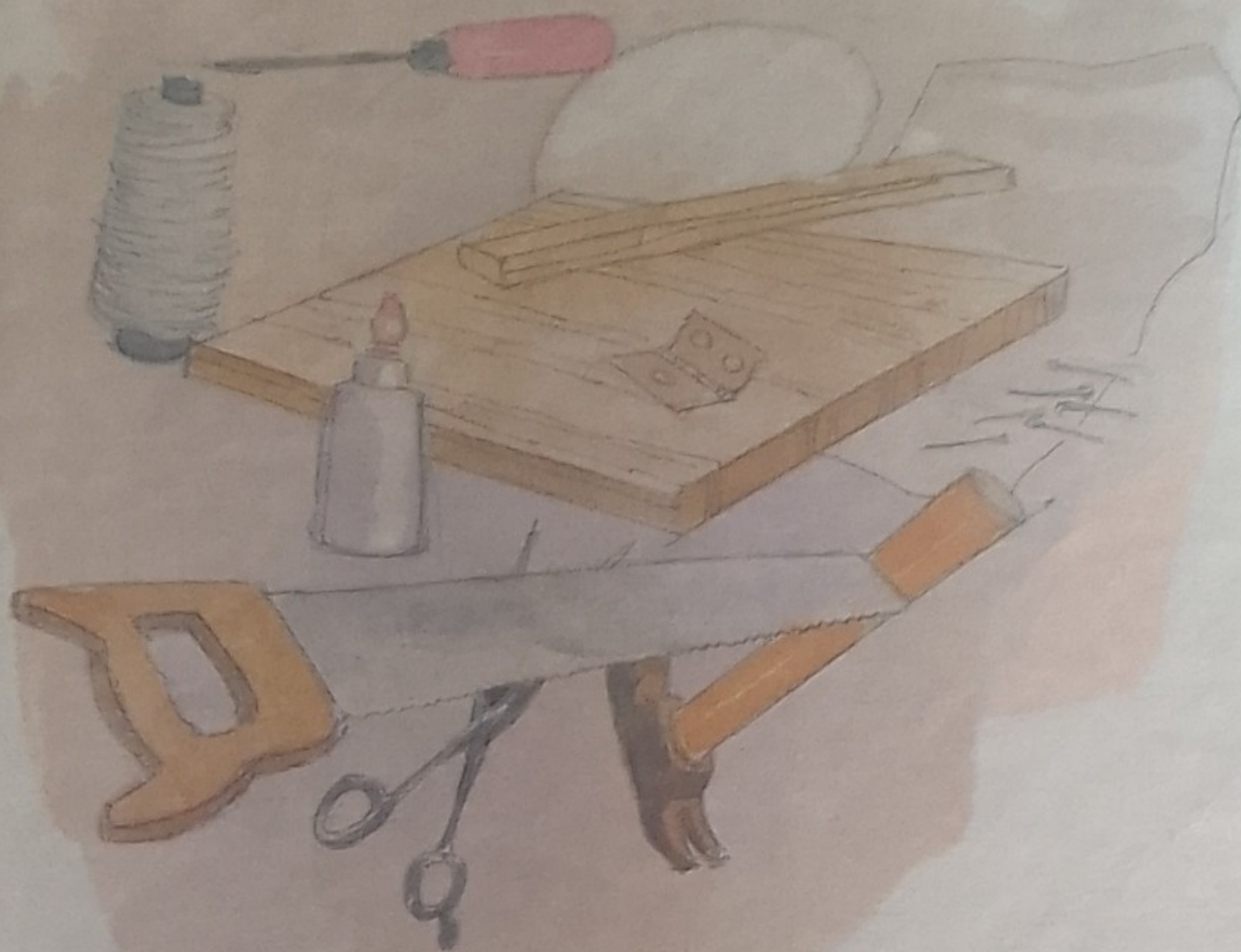
1 **BASE**. Esta peça, além de servir de apoio à haste e à rodela, servirá também para indicar os pontos cardeais. Corte um círculo de 15 cm de diâmetro na placa de madeira. Marque o meio e faça dois traços à lápis, dividindo a circunferência em quatro partes iguais, formando no centro 4 ângulos de 90º. Marque em cada um dos quatro pontos formados: norte, sul, leste, oeste.

2 **A HASTE**. Esta é a parte confeccionada com a ripa. Prenda-a à base com a dobradiça.Fixe na parte superior o círculo graduado.

3 **A RODELA**, ou o **CÍRCULO GRADUADO**. Esta parte servirá para a leitura do ângulo formado pela sombra do gnômon com o horizonte, na leitura do Sol. Corte um círculo de 15 cm na placa de madeira, encontre o centro, faça coincidir com o centro do círculo graduado que veio impresso na revista e cole este círculo na rodela de madeira.

4 **A INCLINAÇÃO**. Será dada pela dobradiça fixada no centro da base e na haste, como mostra a ilustração. A dobradiça permitirá que a haste e a rodela se inclinem. Um preguinho colocado na parte posterior da haste e outro colocado na base ajudarão, com o auxílio do cordão, a conservar a haste inclinada ou na posição vertical em relação à base (90°).

5 **O GNÔMON**. Trata-se de um preguinho fino e sem cabeça, colocado no centro do círculo graduado e perpendicular a este. Ao incidir a luz solar sobre ele, formará uma sombra que será alinhada a uma seta que por sua vez indicará o valor do ângulo de altura do Sol, em relação ao horizonte.

6 **A SETA**. Ao ser fixado no centro do círculo, o gnômon servirá também para fixar a seta. Conforme indicado na ilustração.

Faça você mesmo

O que você acha de poder medir a posição de um corpo celeste no céu? Um planeta, uma estrela, ou quem sabe algum objeto voador não identificado? O que você acha ainda de poder saber as horas medindo a altura do Sol em relação ao horizonte? E de poder determinar as estações do ano e descobrir muitos outros segredos do céu? Aqui você vai aprender a construir um instrumento que lhe permitirá fazer tudo isso — e muito mais. O trabalho é fácil. Se quiser fazer de madeira, saiba que bastam algumas poucas noções de marcenaria. Se você ainda acha difícil, faça de isopor.

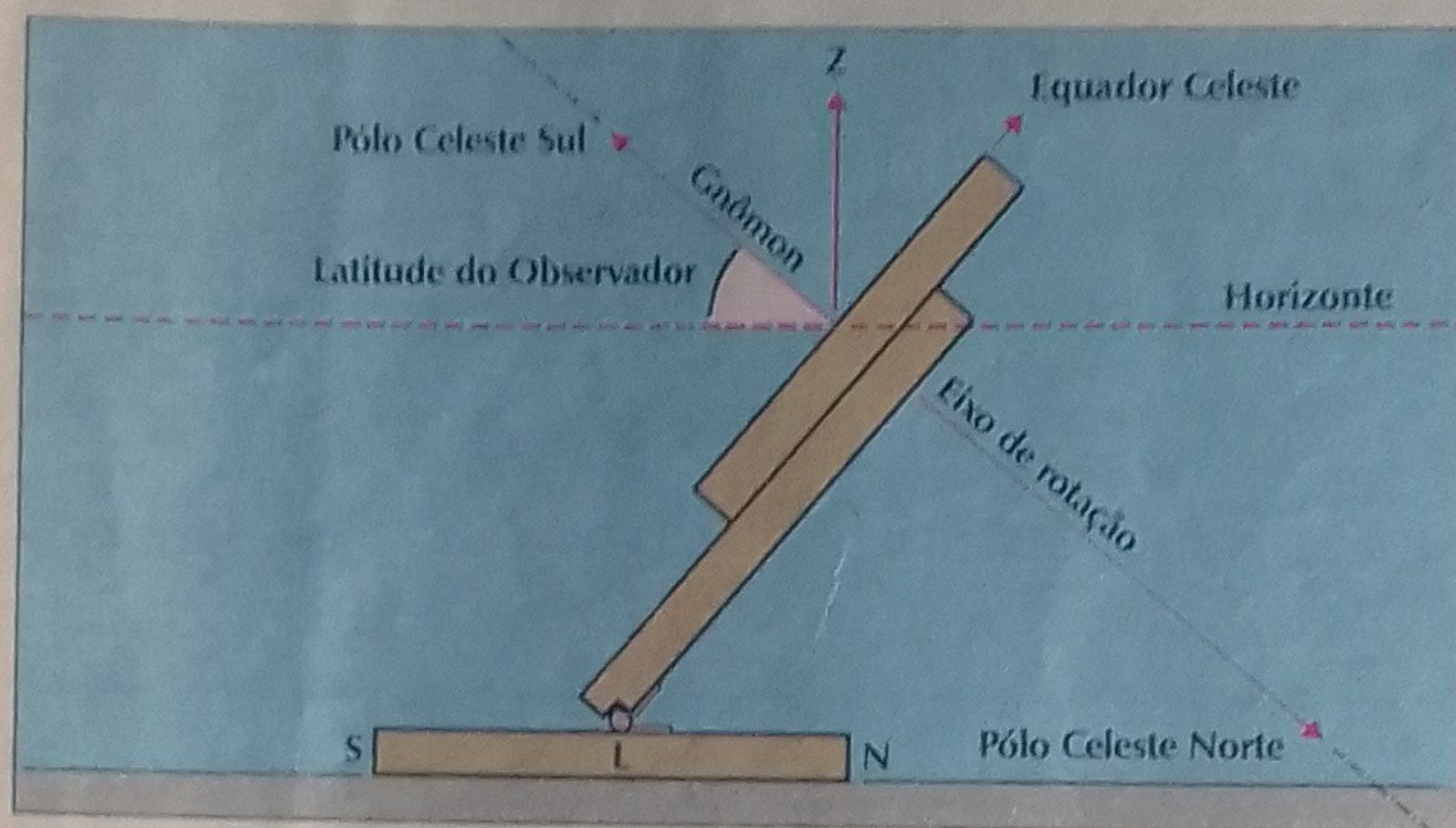
"Mas como vou observar morando num apartamento?" É a pergunta que muitos leitores poderão fazer. Não se preocupe. Basta uma janela que receba luz do Sol e de onde, à noite, seja possível ver uma estrela. Só com isso você vai descobrir coisas superinteressantes. O instrumento utiliza e reúne as idéias principais do astrolábio náutico, do relógio solar com mostrador paralelo ao eixo de rotação terrestre e da bússola (na medida em que utiliza a rosa-dos-ventos).

O material

Para fazer seu instrumento de medição, você vai necessitar de:

1 - Uma placa de madeira de 50 cm × 50 cm de lado, por 1,5 cm de espessura.
2 - Uma ripa de madeira com 30 cm de comprimento e 1,5 cm de espessura.
3 - Uma dobradiça pequena.
4 - Pequenos pregos, em número de quinze a vinte.
5 - Um prego fino e sem cabeça, que fará a vez do mostrador solar (gnômon).
6 - Cordonê ou qualquer cordão fino e resistente com 50 cm de comprimento.
7 - Círculos graduados. Que você encontra nas páginas 39 e 40
8 - Cola branca.
9 - Retalho de papel-cartão ou outro semelhante.

OS PONTOS CARDEAIS PELO ASTROLÁBIO SUPERINTERESSANTE. É fundamental, para qualquer trabalho a ser realizado, identificar os pontos cardeais no local de observação. Primeiramente, localiza-se com os meios de que você dispõe. Esta primeira localização, provavelmente terá alguma distorção. Para conseguir uma posição exata, é melhor pedir a ajuda do Sol. Coloque o círculo graduado voltado para o norte, exatamente ao meio-dia. A sombra que o gnômon fará será exatamente o oposto do zênite. Com a seta apontando 90º (o zênite), vá girando lateralmente o astrolábio até que a sombra formada no lado oposto se alinhe com a reta no centro da seta. O zero grau do círculo graduado estará indicando o leste e 180º estará indicando o oeste. Encontrada esta posição, anote com um giz no chão o local exato de cada ponto cardeal, coincidindo com os pontos cardeais da base do instrumento. Isso facilitará a sua próxima observação, quando então você já terá a primeira informação para a sua leitura do céu.

Quando você souber descobrir as horas pela posição do Sol, poderá encontrar os pontos cardeais de outra maneira, a qualquer hora do dia. Para isso, é preciso acertar a posição da seta para o ângulo daquela hora, colocar o instrumento voltado para o norte e inclinado conforme a latitude do local (passo este que você aprenderá mais adiante). Vá girando a base do astrolábio suavemente, até encontrar uma posição em que a sombra do gnômon coincida com a linha no centro da seta.

LENDO A HORA PELO SOL. O movimento diário regular e aparente do Sol acontece de leste para oeste. Este movimento descreve no céu um semicírculo. Quando colocamos o círculo graduado frente ao sul, ele coincide com o semicírculo celeste e mede a altura que o Sol alcançou em determinado momento.

Para fazer esta leitura, o astrolábio deverá estar voltado para o sul e inclinado em direção ao equador celeste. Esta posição você conseguirá inclinando a haste o mesmo número de graus da latitude em que você estiver na superfície terrestre.

Para cada 15º percorrido pelo Sol, terá transcorrido 1 hora. Ao final de um dia, ou seja, 24 horas, terá percorrido 360º do círculo todo, porém o Sol é visível somente por aproximadamente 12 horas (dependendo da época do ano). Para facilitar a leitura, faça de conta que o Sol nasce sempre às 6 horas da manhã e sua leitura no horizonte será 0º. Por isso, a cada 15º acrescente 1 hora às 6 da manhã.

Veja a ilustração ao lado. Nela, o Sol percorreu 30º. O cálculo a ser feito é o seguinte:

$30^{o} \div 15^{o} = 2$ horas

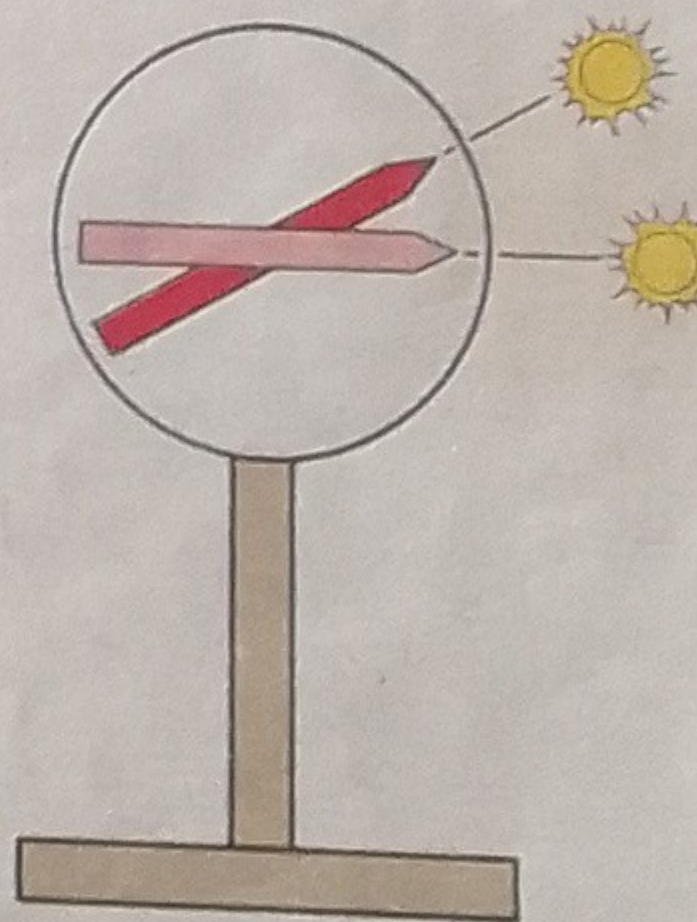
6 horas + 2 horas = 8 horas

Assim, tendo percorrido 30º, será 8 horas da manhã.

Para facilitar os cálculos, é bom ficar sabendo que cada grau marcado no astrolábio vale 4 minutos. Assim, por exemplo, se o ângulo medido for 49º, o cálculo a ser feito será o seguinte:

$49^{o} \div 15^{o} = 3$ horas e um resto de 4^{o}

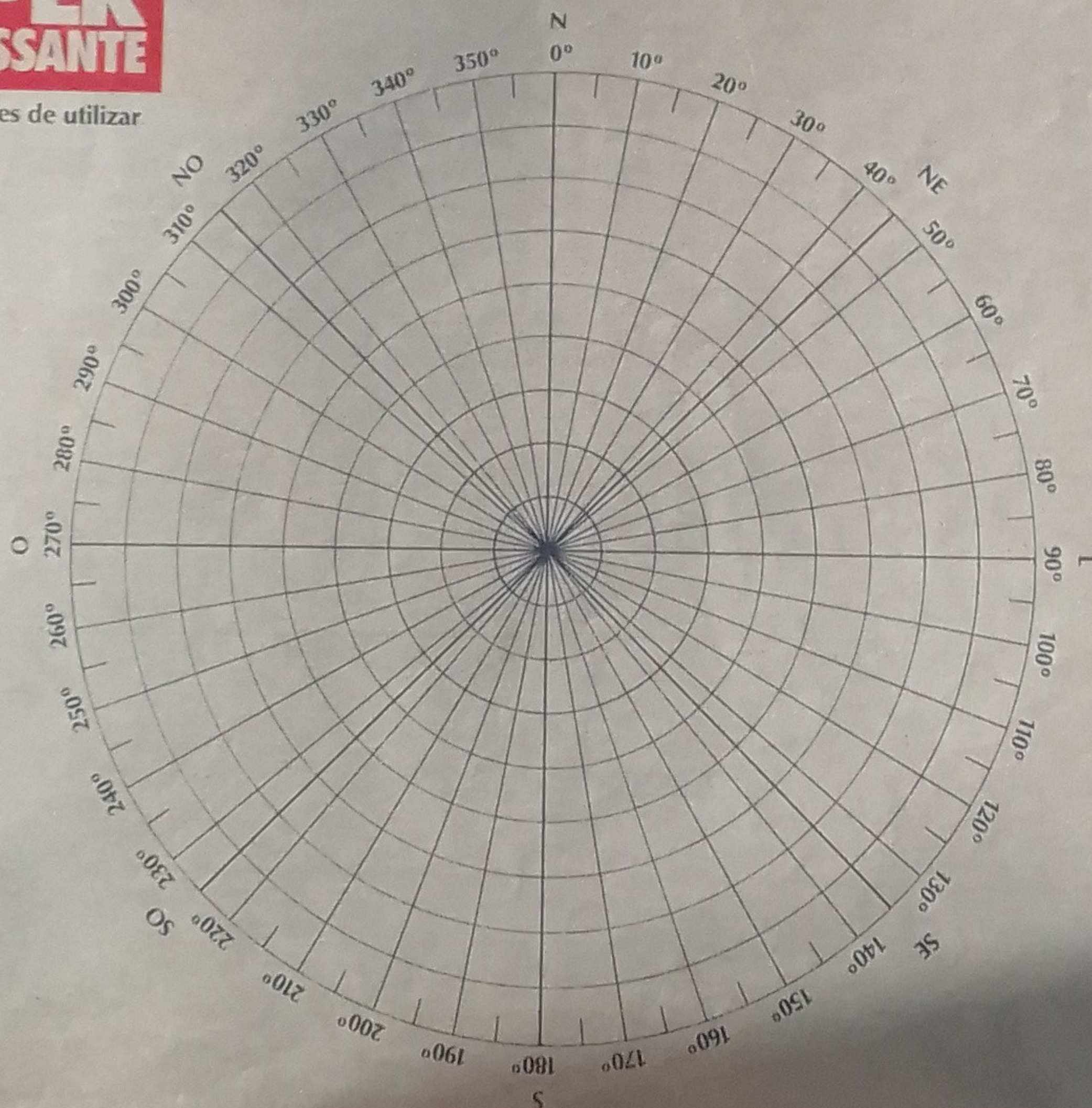
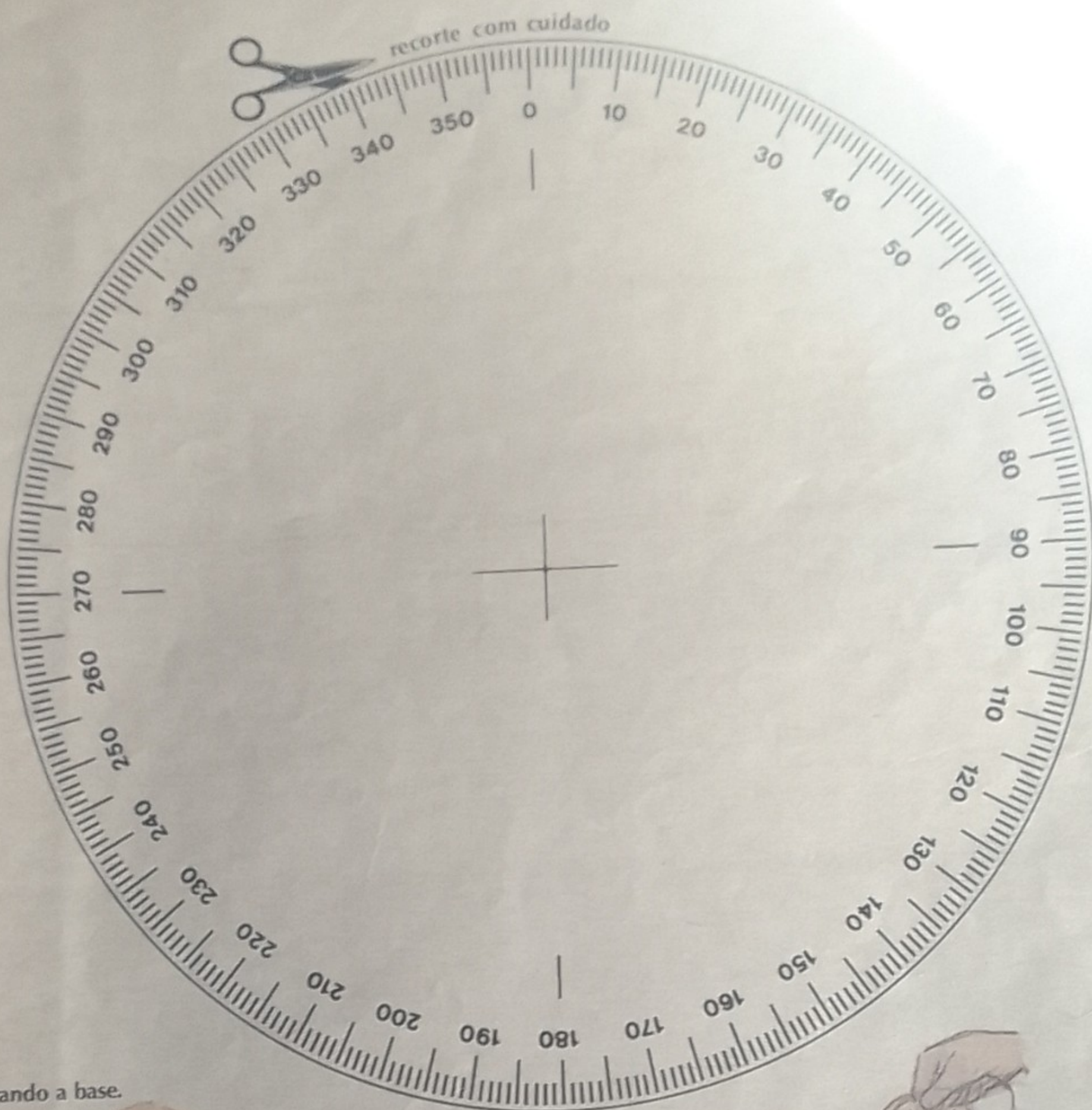
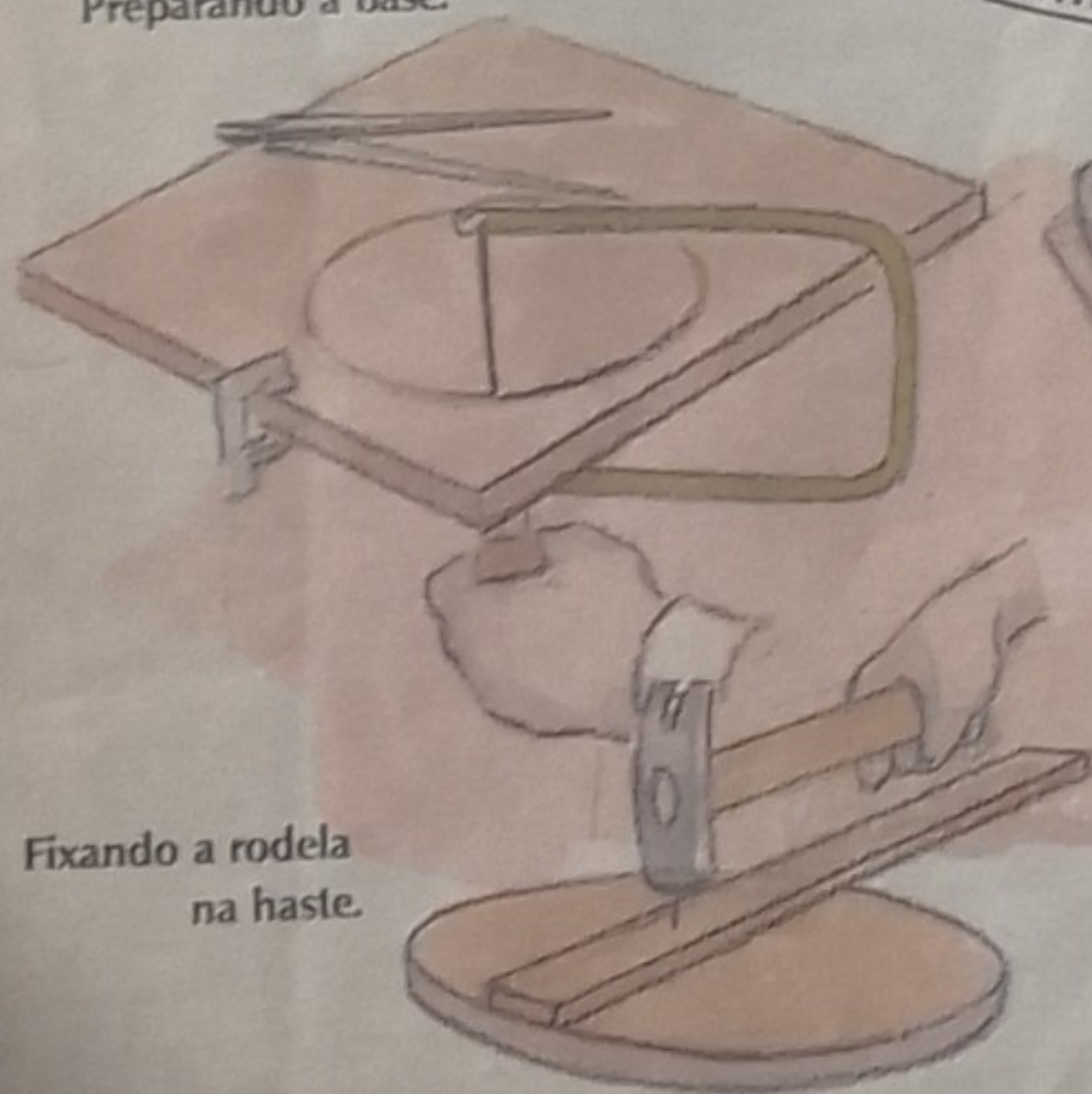
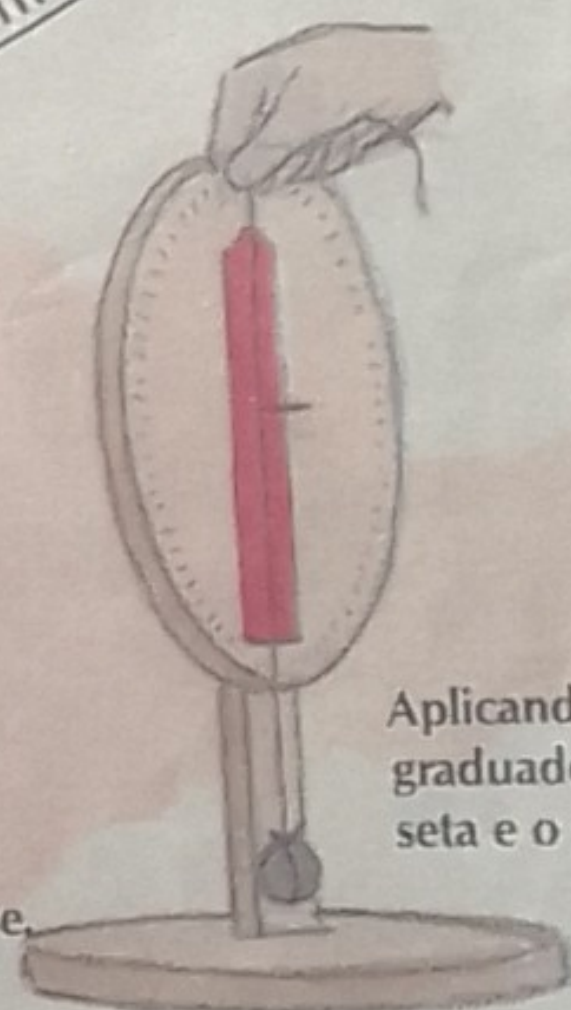
$4^{o} \times 4$ minutos = 16 minutos

Então, serão 3 horas e 16 minutos acrescentadas às 6 horas da manhã. No caso, serão 9 horas e 16 minutos.

Do momento em que o homem num ato consciente observou os fenômenos que ocorriam no céu e que naturalmente formulou a idéia da esfera celeste, até hoje, muitas eras se passaram. O homem descobriu a diferença entre estrelas e planetas, conseguiu indiretamente, através de cálculos e observações do céu descobrir o movimento do sistema solar e, a duras penas, mudar a concepção geocêntrica. Percebeu que a esfera celeste, não era uma cortina que o separava do desconhecido, mas o próprio desconhecido pronto para ser descoberto. E, aumentando sua capacidade de visão, audição, alcance e movimento, através dos instrumentos que foi inventando, desvendou muitos segredos e conseguiu sair da própria Terra na era dos vôos espaciais.

Todo conhecimento que o homem vem acumulando desde que se encantou com o céu e quis desvender os seus segredos, você está recebendo resumidamente nesta revista e com a possibilidade de aplicação de alguns desses conhecimentos.

Seguramente você terá dúvidas e precisará usar muito o seu astrolábio até familiarizar-se com o céu. Mas será sempre bom lembrar que com muito mais dúvidas e muito menos conhecimentos a humanidade cruzou desertos, descobriu novos continentes e acumulou dados para sua maior aventura: visitar as estrelas.

Para saber mais

Conceitos de Astronomia - Roberto Boczko, Editora Edgard Blücher, São Paulo, 1984.
Atlas Celeste - Ronaldo Rogério de Freitas Mourão, Editora Vozes, Rio de Janeiro, 1986.
Manual do Astrônomo Amador - Jean Nicolini, Editora Papirus, Campinas, 1986.
Carta Celeste do Brasil - Ronaldo Rogério de Freitas Mourão, Francisco Alves, 1987.
Uranografia - Uma Descrição do Céu - Ronaldo Rogério de Freitas Mourão,
Editorial Francisco Alves, 1989.

Verifique o prumo com um peso sustentado por uma linha. A linha fixada em 90°, deve passar pelo gnômon, por 270° e coincidir com a haste.